ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'emmagasinement des rayons n par certains corps.* Note de M. R. **Blondlot**.

« Au cours de recherches sur les rayons *n*, j'ai eu l'occasion de constater un fait très remarquable. Des rayons *n*, produits par un bec Auer enfermé dans une lanterne, traversaient d'abord l'une des parois, formée d'une feuille d'aluminium, de cette lanterne, puis étaient concentrés à l'aide d'une lentille en quartz sur du sulfure de calcium phosphorescent ([1]). Le bec Auer ayant été éteint et enlevé, l'éclat de la phosphorescence demeura, à ma grande surprise, presque aussi intense qu'auparavant, et, si l'on interposait un écran de plomb ou de papier mouillé, ou la main, entre la lanterne et le sulfure, celui-ci s'assombrissait : rien n'était changé par la suppression du bec Auer, sauf que les actions observées s'affaiblissaient progressivement. Au bout de 20 minutes, elles existaient encore, mais étaient à peine sensibles.

» En étudiant de près les circonstances du phénomène, je ne tardai pas à reconnaître que la lentille en quartz était devenue elle-même une source de rayons *n*; lorsque, en effet, on enlevait cette lentille, toute action sur le sulfure disparaissait, tandis que, si on l'approchait, même latéralement, le sulfure devenait plus lumineux. Je pris alors une lame de quartz épaisse de 15^{mm}, sa surface formant un carré de 5^{cm} de côté; j'exposai cette lame

---

([1]) Ce sulfure était fortement tassé dans une fente pratiquée dans une feuille de carton épaisse de $0^{mm},8$; la largeur de la fente est de $0^{mm},5$; sa longueur est 15^{mm}. On obtient ainsi, après insolation, une petite source lumineuse très sensible aux rayons *n*.

aux rayons *n* émis par un bec Auer à travers deux feuilles d'aluminium et du papier noir. Elle devint active comme la lentille : lorsqu'on l'approchait du sulfure, il semblait, suivant l'expression de M. Bichat, que l'on écartât un voile qui l'assombrissait. On obtint un effet encore plus marqué en interposant la lame de quartz entre la source et le sulfure, tout près de ce dernier.

» Dans ces expériences, l'émission secondaire par le quartz s'ajoute aux rayons *n* émanés directement de la source. Cette émission secondaire a bien son siège dans toute la masse du quartz, et non pas seulement à sa surface, car, si l'on place successivement plusieurs lames de quartz l'une sur l'autre, on voit l'effet augmenter à chaque lame ajoutée. Le spath d'Islande, le spath fluor, la barytine, le verre, etc. se comportent comme le quartz. Le filament d'une lampe Nernst reste actif pendant plusieurs heures après que la lampe a été éteinte.

» Une pièce d'or, approchée latéralement du sulfure soumis aux rayons *n*, augmente son éclat; le plomb, le platine, l'argent, le zinc, etc. produisent les mêmes effets. Ces actions persistent après l'extinction des rayons *n*, comme dans le cas du quartz; toutefois, la propriété d'émettre des rayons secondaires ne pénètre que lentement dans le sein d'une masse métallique : ainsi, si l'une des faces d'une lame de plomb épaisse de 2^{mm} a été exposée aux rayons *n* pendant quelques minutes, cette face seule est devenue active; une exposition de plusieurs heures est nécessaire pour que l'activité atteigne la face opposée.

» L'aluminium, le bois, le papier sec ou mouillé, la paraffine, ne jouissent pas de la propriété d'emmagasiner les rayons *n*. Le sulfure de calcium la possède : ayant enfermé une dizaine de grammes de ce sulfure dans une enveloppe de lettre, puis ayant exposé cette enveloppe aux rayons *n*, je constatai que son voisinage suffisait pour renforcer la phosphorescence d'une petite masse de sulfure préalablement insolé. Cette propriété explique une particularité constante que j'ai signalée antérieurement, à savoir que l'augmentation de la phosphorescence par l'action des rayons *n* met un temps appréciable tant pour se produire que pour disparaître. Grâce, en effet, à l'emmagasinement des rayons *n*, les différentes portions d'une masse de sulfure renforcent mutuellement leur phosphorescence; mais comme, d'une part, l'emmagasinement est progressif, ainsi que je l'ai constaté directement, et comme, d'autre part, la provision emmagasinée ne s'épuise pas instantanément, il en résulte que, lorsque l'on fait tomber des rayons *n* sur du sulfure phosphorescent, leur effet

doit croître lentement, et que, lorsqu'on les supprime, leur effet ne peut s'éteindre que progressivement ([1]).

» Des cailloux ramassés vers 4^h de l'après-midi, dans une cour où ils avaient reçu les radiations solaires, émettaient spontanément des rayons *n* : il suffisait de les approcher d'une petite masse de sulfure phosphorescent pour en augmenter l'éclat. Des fragments de pierre calcaire, de brique, ramassés dans la même cour, produisaient des actions analogues. L'activité de tous ces corps persistait encore au bout de 4 jours, sans affaiblissement bien sensible. Il est toutefois nécessaire, pour que ces actions se manifestent, que la surface de ces corps soit bien sèche; nous savons, en effet, que la plus mince couche d'eau suffit pour arrêter les rayons *n*. La terre végétale fut trouvée inactive, sans doute à cause de son humidité; des cailloux pris à quelques centimètres au-dessous de la surface du sol étaient inactifs, même après avoir été séchés.

» Les phénomènes d'emmagasinement des rayons *n* qui font l'objet de la présente Note doivent tout naturellement être rapprochés de ceux de la phosphorescence; ils présentent toutefois un caractère tout spécial comme j'ai l'intention de le faire connaître prochainement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Prosper de Lafitte** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Le carré magique de 3. Solution générale du problème. »

(Commissaires : MM. Picard, Painlevé.)

M. **A.-N. Panoff** adresse un Mémoire « Sur la propagation de l'attraction. »

(Renvoi à l'examen de M. Appell.)

([1]) J'indique de nouveau ici que, d'une manière générale, il y a avantage, dans les expériences sur les rayons *n*, à remplacer le bec Auer par une lampe Nernst consommant 200 watts.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la détermination des figures invariantes des transformations cycliques.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« J'ai fait connaître [1] les équations générales des figures invariantes de la transformation polaire réciproque, et le procédé qui m'y a conduit s'étend aisément à toute transformation réciproque (ou dont la répétition produit l'identité) sans autre restriction que la possibilité d'exprimer cette transformation par des équations différentielles.

» Je me propose ici d'élargir bien davantage cette méthode en traitant le cas général d'une transformation cyclique, c'est-à-dire qui, opérée n fois de suite, aboutit à l'identité.

» Envisageons une telle transformation dans l'espace; elle se représente par trois équations reliant un élément infinitésimal d'une figure (défini par les coordonnées x, y, z et les dérivées x', y', x'', y'', ..., x^m, y^m si cette figure est une ligne, ou p, q, r, s, t, ... s'il s'agit d'une surface) avec l'élément transformé. Affectons ces quantités des indices 1, 2, 3, ..., n dans la figure primitive et ses transformées successives, l'élément $n+1$ étant identique à l'élément 1. Convenons d'autre part, pour abréger, d'écrire $F(1, 2, \ldots, n-1, n)$ pour une fonction des quantités ci-dessus, relatives aux figures successives 1, 2, ..., $(n-1)$, n, contenant, en outre, des paramètres auxiliaires dont l'emploi va être justifié.

» Une transformation cyclique peut toujours être caractérisée par un système d'équations tel que

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{llll} F_1(1, 2, \ldots, n-1, n) = 0, & F_2(1, 2, \ldots, n-1, n) = 0, & \ldots, & F_k(1, 2, \ldots, n-1, n) = 0, \\ F_1(2, 3, \ldots, n, 1) = 0, & F_2(2, 3, \ldots, n, 1) = 0, & \ldots, & F_k(2, 3, \ldots, n, 1) = 0, \\ F_1(3, 4, \ldots, 1, 2) = 0, & F_2(3, 4, \ldots, 1, 2) = 0, & \ldots, & F_k(3, 4, \ldots, n, 2) = 0, \\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots, \\ F_1(n, 1, \ldots, n-2, n-1) = 0, & F_2(n, 1, \ldots, n-2, n-1) = 0, & \ldots, & F_k(n, 1, \ldots, n-2, n-1) = 0, \end{array}\right.$$

contenant chacune, outre les coordonnées et dérivées relatives à l'élé-

---

[1] *Comptes rendus*, 17 juin 1901.

ment 1 et à ses transformés, des paramètres auxiliaires en nombre l. En effet, suivant la valeur du nombre n et celle de l'ordre m de ces équations différentielles, on peut toujours choisir k et l de telle façon que l'élimination des coordonnées et dérivées d'indice supérieur à 2, ainsi que des paramètres auxiliaires, entre ces nk équations, en laisse subsister trois entre les coordonnées et dérivées d'indices 1 et 2; ces trois équations résultantes sont les équations différentielles de la transformation.

» D'autre part, une figure de l'espace (ligne ou surface) admettant cette transformation peut toujours être caractérisée en adjoignant à ces trois équations un système de $n\chi$ équations (1) où les fonctions données F sont remplacées par des fonctions Φ contenant λ paramètres auxiliaires. On peut, en effet, choisir χ et λ de façon que l'élimination des coordonnées et dérivées d'indices > 1, ainsi que des paramètres auxiliaires entre ces $n\chi + 3$ équations, en laisse subsister deux ou une (savoir deux dans le cas d'une ligne, une dans le cas d'une surface) entre les coordonnées et dérivées d'indice 1. Ces deux équations résultantes, ou cette unique équation résultante, représentent une ligne ou une surface invariante dans la transformation considérée; en choisissant Φ arbitrairement, on obtient toute figure jouissant de cette propriété.

» Il ne reste qu'à indiquer comment on détermine, dans chacun des deux cas, les nombres k, l, χ, λ.

» Premier cas. — *Transformations de lignes*. — Le nombre des coordonnées et dérivées d'indice > 2 est $(2m+3)(n-2)$. Il faut donc que

$$nk = (2m+3)(n-2) + l + 3,$$

d'où

$$k = 2m + 3 - \frac{4m + q - l}{n},$$

l ayant la plus petite valeur qui rende k entier.

Le nombre des coordonnées et dérivées d'indice > 1 étant

$$(2m+3)(n-1),$$

la seconde condition à remplir est

$$n\chi = (2m+3)(n-1) + \lambda + 2,$$

d'où

$$\chi = 2m + 3 - \frac{2m + 2 - \lambda}{n},$$

λ ayant la plus petite valeur qui rende χ entier.

» DEUXIÈME CAS. — *Transformations de surfaces.* — Nombre de coordonnées et dérivées d'ordre > 1 :

$$\left[\frac{(m+1)(m+2)}{2} + 2\right](n-2);$$

» Première condition à remplir :

$$nk = \left[\frac{(m+1)(m+2)}{2} + 2\right](n-2) + l + 3,$$

d'où k et l;

» Deuxième condition à remplir :

$$n\chi = \left[\frac{(m+1)(m+2)}{2} + 2\right](n-1) + \lambda + 1,$$

d'où χ et λ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions par les irrationnelles quadratiques.* Note de M. S. PINCHERLE, présentée par M. E. Picard.

« Une Note, publiée par M. Borel dans l'un des derniers fascicules du *Bulletin de la Société mathématique de France,* montre d'une façon aussi simple qu'élégante l'usage qu'on peut faire des nombres quadratiques $a \pm \sqrt{b}$ pour représenter par approximation un nombre réel quelconque.

» Je me propose ici d'indiquer une méthode qui permet, d'une façon analogue, de représenter par approximation une fonction analytique quelconque, régulière dans le domaine $|x| > R$, par une fonction de la forme $P + \sqrt{Q}$, où P et Q sont des fonctions rationnelles (1). Bien entendu, il s'agit d'approximation algébrique comme dans l'algorithme des fractions

(1) *Cf.*, pour des applications plus générales dans cet ordre d'idées, mes *Mémoires* publiés par l'Académie de Bologne (S. IV, t. X, 1890, p. 513 et S. V, t. IV, 1894) et dans les *Annali di Matematica* (S. II, t. XIX, 1891, p. 75).

continues et dans celui de Ch. Hermite, dont la méthode que je vais indiquer est, au fond, une application.

» Soit $\alpha(x)$ une fonction qui, pour des valeurs assez grandes de $|x|$, admet un développement

$$\alpha(x) = \frac{k_0}{x} + \frac{k_1}{x^2} + \frac{k_2}{x^3} + \ldots.$$

» Étant donné un nombre entier n aussi grand qu'on voudra, on pourra toujours déterminer trois polynomes entiers en x, P_n, Q_n, R_n, tels que

$$(1) \qquad \alpha_n = P_n + Q_n\alpha + R_n\alpha^2$$

soit une série de puissances décroissantes de x, dont le premier terme est $x^{-(n+1)}$, les degrés de P_n, Q_n, R_n étant respectivement

$$m-1, \quad m, \quad m-1 \qquad \text{si} \qquad n = 2m,$$
$$m-1, \quad m, \quad m, \qquad \text{si} \qquad n = 2m+1.$$

» Le nombre des coefficients que l'on doit annuler est $3m$ dans le premier cas, et $3m+1$ dans le second; or, les constantes dont on peut disposer étant en nombre $3m+1$ dans le premier cas et $3m+2$ dans le second, les polynomes P_n, Q_n, R_n sont en général déterminés, à un facteur constant près.

» Si l'on substitue, à la relation (1), l'équation approchée

$$(2) \qquad R_n\alpha^2 + Q_n\alpha + P_n = 0,$$

on en tire

$$\alpha = -\frac{Q_n}{2R_n}\left\{1 \pm \sqrt{1 - \frac{4P_nR_n}{Q_n^2}}\right\}.$$

» La fonction

$$\frac{4P_nR_n}{Q_n^2}$$

étant du degré -1 ou -2 suivant que $n = 2m$ ou $2m+1$, tend vers zéro pour $n = \infty$; on peut donc développer la racine carrée en série de puissances de x^{-1} et, puisque α est nul pour $x = \infty$, on doit prendre le signe $-$ du radical.

» Si maintenant l'on compare l'expression approchée de α

$$(3) \qquad \alpha = -\frac{Q_n}{2R_n}\left\{1 - \sqrt{1 - \frac{4P_nR_n}{Q_n^2}}\right\}$$

avec l'expression exacte

$$\alpha = -\frac{Q_n}{2R_n}\left\{1 - \sqrt{1 - \frac{4(P_n - \alpha_n)R_n}{Q_n^2}}\right\},$$

on voit immédiatement que, dans cette dernière, les coefficients de α_n ne figurent, dans le développement en série de puissances de x^{-1}, qu'à partir du terme de degré $-(3m+1)$ dans la parenthèse et, par suite, dans le produit, à partir du terme de degré $-3m$ pour $n = 2m$, et $-(3m+1)$ pour $n = 2m+1$.

» La fonction α est donc représentée par l'expression approchée (3) développée en série, jusqu'au terme de degré $-3m+1$ ou $-3m$ inclusivement, suivant que $n = 2m$ ou $2m+1$. »

MÉCANIQUE. — *Généralisation de la propriété fondamentale du potentiel.* Note de M. A. de Saint-Germain, présentée par M. Appell.

« On a très nettement établi que, lorsqu'elle s'exerce suivant la loi de Newton, l'attraction d'une masse continue S sur un de ses points A, a ses composantes finies et égales aux dérivées partielles $\frac{\partial V}{\partial x}$, $\frac{\partial V}{\partial y}$, $\frac{\partial V}{\partial z}$ du potentiel; je veux montrer qu'il en est encore de même quand l'attraction varie en raison inverse de la $n^{\text{ième}}$ puissance de la distance, pourvu que n soit inférieur à 4; si $n \geqq 4$, V est infini à l'intérieur de S.

» Je suppose que l'attraction exercée sur le point A par un élément de masse $d\mu$ situé en un point M à la distance u du point A soit égale à $\frac{\lambda\, d\mu}{u^n}$, et que la densité en chaque point de S soit une fonction holomorphe des coordonnées. Si au point A, de coordonnées x, y, z, la densité est ρ, au point M, dont les coordonnées sont $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$, elle aura pour expression

$$\rho + \xi\frac{\partial\rho}{\partial x} + \eta\frac{\partial\rho}{\partial y} + \zeta\frac{\partial\rho}{\partial z} + \ldots = \rho + \alpha u,$$

α ayant une valeur finie qui dépend de u et de la direction AM.

» J'envisage une sphère σ, de très petit rayon ε, ayant son centre au point attiré A, et je décompose S en deux parties : l'une S_1 remplissant le volume σ, l'autre S_2 extérieure à σ. Soient X, X_1, X_2 les composantes, suivant l'axe OX, des attractions exercées sur A par S, S_1, S_2; V, V_1, V_2 les

potentiels de ces masses. Le point A ne faisant pas partie de S_2, on sait que X_2 est égale à $\frac{\partial V_2}{\partial x}$; on a donc évidemment

$$X - \frac{\partial V}{\partial x} = X_1 - \frac{\partial V_1}{\partial x}.$$

» Si nous reconnaissons que X_1 et $\frac{\partial V_1}{\partial x}$ décroissent indéfiniment avec ε, tandis que X et $\frac{\partial V}{\partial x}$ ont des valeurs déterminées, $X - \frac{\partial V}{\partial x}$ sera nécessairement nul.

» Considérons d'abord X_1. Je décompose S_1 en éléments au moyen des coordonnées polaires u, θ, ψ, θ étant l'angle de AM avec OX, et j'ai

$$d\mu = (\rho + \alpha u) u^2 \sin\theta \, du \, d\theta \, d\psi,$$

$$(1) \quad X_1 = \lambda \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{\varepsilon} \frac{\rho \sin\theta \cos\theta \, du \, d\theta \, d\psi}{u^{n-2}} + \lambda \int\int\int \frac{\alpha \cos\theta \sin\theta \, du \, d\theta \, d\psi}{u^{n-3}}.$$

» La première intégrale, représentant une composante de l'attraction d'une sphère homogène sur son centre, est nulle; en désignant par α_1 un nombre compris entre la plus grande et la plus petite des valeurs de $\alpha \cos\theta$ à l'intérieur de σ, la seconde intégrale a pour valeur

$$\lambda \alpha_1 \int\int\int \frac{\sin\theta \, du \, d\theta \, d\psi}{u^{n-3}} = \frac{2\pi\lambda\alpha_1}{4-n} \varepsilon^{4-n};$$

n étant < 4, X_1 décroît indéfiniment avec ε, et la valeur de X étant finie sera certainement déterminée. Si A était sur la surface qui limite S, le champ des intégrales (1) serait réduit à la moitié de la sphère σ et la première de ces sommes deviendrait infinie, en même temps que l'attraction, pour $n \geqq 3$.

» Pour calculer $\frac{\partial V_1}{\partial x}$ je mène, parallèlement à OX, un vecteur AA' de longueur très petite h; si, en A', le potentiel de S_1 a pour valeur V'_1, $\frac{dV_1}{dx}$ sera égal à la limite de $\frac{V'_1 - V_1}{h}$ quand h tendra vers zéro. On a d'abord

$$V_1 = \frac{\lambda}{n-1} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \sin\theta \, d\theta \, d\psi \int_0^{\varepsilon} (\rho + \alpha u) \frac{du}{u^{n-3}}.$$

» Représentons maintenant par $x + h + \xi$, $y + \eta$, $z + \zeta$ les coordonnées du point M, par u la distance A'M; l'expression de V'_1 sera analogue à celle de V_1, si ce n'est qu'on devra remplacer αu par $\alpha u + \rho' h$, ρ' ayant

pour limite $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ et faire varier u de zéro à $\varepsilon + k$, k s'annulant avec h. De cette valeur je retranche celle de V_1, je divise par h et, pour simplifier l'écriture, je multiplie tous les termes par $\frac{n-1}{\lambda}$; il vient

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{n-1}{\lambda}\frac{V'_1 - V_1}{h} = & \iint \rho \sin\theta \, d\theta \, d\psi \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+k} \frac{1}{h}\frac{du}{u^{n-3}} \\ & + \iint \sin\theta \, d\theta \, d\psi \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+k} \frac{\alpha}{h} u^{4-n} du + \iint \sin\theta \, d\theta \, d\psi \int_{0}^{\varepsilon+k} \frac{\rho' \, du}{u^{n-3}}. \end{aligned} \right.$$

» Quand h et k tendront vers zéro, la première des intégrales relatives à u tendra vers $\frac{1}{\varepsilon^{n-3}} \lim \frac{k}{h}$. Or la limite de $\frac{k}{h}$ est $-\cos\theta$, comme on le voit géométriquement, ou, en partant de la relation

$$\varepsilon^2 = (\varepsilon + k)^2 + h^2 + 2h(\varepsilon + k)\cos\theta;$$

il en résulte qu'en passant à la limite la première des intégrales (2) s'annule. Un raisonnement semblable montre que la seconde a pour limite $-2\pi\alpha_2\varepsilon^{4-n}$, α_2 ayant une signification analogue à celle de α_1 : la limite de la troisième intégrale s'aperçoit aisément et l'on trouve

$$\lim \frac{V'_1 - V_1}{h} = \frac{\partial V_1}{\partial x} = \frac{2\pi\lambda\varepsilon^{4-n}}{n-1}\left(\frac{1}{4-n}\frac{\partial \rho}{\partial x} - \alpha_2\right).$$

Donc $\frac{\partial V_1}{\partial x}$ décroît indéfiniment avec ε et $\frac{\partial V}{\partial x}$ a une valeur finie et déterminée, ce qui justifie notre proposition. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les lois du déplacement de l'équilibre chimique.* Note de M. E. Ariès, présentée par M. Mascart.

« Le potentiel total H d'un système chimique en équilibre, partagé en φ phases, peut être mis sous la forme

$$H = \Sigma H_s \qquad [s = (1, 2, \ldots, \varphi)].$$

» Le potentiel H_s de la $S^{\text{ième}}$ phase est exprimé en fonction de la pression p, de la température T et des proportions moléculaires x_i^s des corps mélangés qui constituent la phase, proportions qui sont, elles-mêmes, en vertu des équations de l'équilibre, des fonctions de p et de T ([1]).

([1]) Voir *Comptes rendus* du 27 juillet, p. 253.

» Le volume V_s, l'entropie S_s de la $S^{\text{ième}}$ phase, le potentiel moléculaire et individuel h_i^s de l'un quelconque des corps qui la forment sont donnés par les formules

$$(1)\qquad V_s = \frac{\partial H_s}{\partial p}, \qquad -S_s = \frac{\partial H_s}{\partial T},$$

$$(2)\qquad h_i^s = \frac{\partial H_s}{\partial x_i^s}.$$

» L'indice i, s'appliquant à l'un des q constituants indépendants du système ou à l'un des r corps qui en dérivent, peut varier de 1 à $q+r$.

» Si, par suite d'une variation élémentaire de la pression ou de la température, ou des deux à la fois, le système passe à un nouvel état d'équilibre infiniment voisin du premier, on aura, en différentiant les équations (1),

$$\left.\begin{aligned} dV_s &= \frac{\partial^2 H_s}{\partial p^2}\,dp + \frac{\partial^2 H_s}{\partial p\,\partial T}\,dT + \sum \frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dx_i^s \\ -dS_s &= \frac{\partial^2 H_s}{\partial T\,\partial p}\,dp + \frac{\partial^2 H_s}{\partial T^2}\,dT + \sum \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dx_i^s \end{aligned}\right\} \quad [i = (1, 2, \ldots, q+r)].$$

» Multipliant la première de ces équations par dp, la deuxième par dT, puis ajoutant membre à membre, il vient

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} dV_s\,dp - dS_s\,dT = {} & \frac{\partial^2 H_s}{\partial p^2}\,dp^2 + 2\frac{\partial^2 H_s}{\partial p\,\partial T}\,dp\,dT + \frac{\partial^2 H_s}{\partial T^2}\,dT^2 \\ & + \sum\left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dT\right)dx_i^s. \end{aligned}\right.$$

» Si l'on représente par dV'_s et dS'_s les variations de volume et d'entropie qui se seraient produites, si les modifications élémentaires dp et dT n'avaient été accompagnées d'aucun changement chimique, on aura, en faisant tous les dx nuls dans l'équation précédente,

$$dV'_s\,dp - dS'_s\,dT = \frac{\partial^2 H_s}{\partial p^2}\,dp^2 + 2\frac{\partial^2 H_s}{\partial p\,\partial T}\,dp\,dT + \frac{\partial^2 H_s}{\partial T^2}\,dT^2.$$

» Et l'équation (3) deviendra

$$(dV_s - dV'_s)\,dp - (dS_s - dS'_s)\,dT = \sum\left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dT\right)dx_i^s,$$

soit

$$(4)\qquad dv_s\,dp - ds_s\,dT = \sum\left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p}\,dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T}\,dT\right)dx_i^s,$$

dv_s et ds_s étant les variations de volume et d'entropie de la S^{ième} phase, *dues à l'action chimique.*

» D'autre part, en différentiant l'équation (2), on obtient, pour la variation du potentiel h_i^s dans la transformation considérée,

$$dh_i^s = \frac{\partial h_i^s}{\partial p} dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T} dT + \sum \frac{\partial h_i^s}{\partial x_j^s} dx_j^s \qquad [j = (1, 2, \ldots, q + r)].$$

» Multipliant chaque membre par dx_i^s et ajoutant les $q + r$ équations obtenues, en donnant à l'indice i les valeurs successives $1, 2, \ldots, q + r$, il vient

$$(5) \qquad \sum dh_i^s dx_i^s = \sum \left(\frac{\partial h_i^s}{\partial p} dp + \frac{\partial h_i^s}{\partial T} dT \right) dx_i^s + d^2 H_s,$$

$d^2 H_s$ représentant la différentielle du second ordre du potentiel H_s, quand on y suppose p et T constants.

» La comparaison des formules (4) et (5) donne

$$\Sigma\, dh_i^s dx_i^s = dv_s dp - ds_s dT + d^2 H_s.$$

» Reportons-nous maintenant au système tout entier, en ajoutant membre à membre les φ équations semblables, relatives aux différentes phases; le premier membre se réduira à zéro; c'est en effet la différence de deux quantités nulles d'après les lois fondamentales de l'équilibre chimique : ces quantités sont les variations du potentiel total du système dans les deux états d'équilibre considérés

$$\Sigma\, h_i^s dx_i^s, \quad \text{et} \quad \Sigma\, (h_i^s + dh_i^s)\, dx_i^s,$$

quand on suppose la température et la pression constantes, et qu'on fait subir aux x les variations compatibles avec les liaisons du système, variations qui, dans le cas actuel, ne sont autres que celles nécessaires au passage du premier au second état d'équilibre.

» Le second membre est donc nul, ce qui donne

$$dv\, dp - ds\, dT + d^2 H = 0,$$

en désignant par dv et ds les variations de volume et d'entropie du système tout entier, *dues à l'action chimique,* et par $d^2 H$ la différentielle du second ordre de H, considéré comme une fonction des x seulement, les variations de ces x étant d'ailleurs celles réalisées quand le système passe du premier au second état d'équilibre.

» Mais, encore d'après les lois fondamentales de l'équilibre chimique, d^2H est positif; il ne peut être nul que pour un état d'équilibre indifférent, les dx se rapportant à une transformation à tensions fixes, ce qui n'est pas le cas. On a donc

$$dv\,dp - ds\,dT < 0.$$

» Cette inégalité, suivant que l'on y fait $dT = 0$ ou $dp = 0$, exprime les deux lois de déplacement de l'équilibre attribuées à MM. Le Chatelier et Van t'Hoff; elles peuvent s'énoncer très simplement, comme il suit :

» Première loi. — *A température constante, le changement chimique qui se produit sous une augmentation de pression est celui qui entraîne une condensation de la matière.*

» Deuxième loi. — *A pression constante, le changement qui se produit sous une augmentation de la température est celui qui absorbe de la chaleur.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Cohésion diélectrique des gaz à basse température.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« L'enceinte, de 100^l de capacité environ, qui contient les appareils, a été refroidie à l'aide de l'air liquide. La température était donnée par un thermomètre à toluène gradué jusqu'à $-75°$, mais qui permettait de repérer approximativement les températures jusqu'au voisinage de $-100°$.

» Les mesures ont été réalisées à volume constant. Voici, à titre d'exemple, quelques séries de nombres. C est le champ critique en volts par centimètre.

» *Air.* — Pression rapportée à 17° : $4^{cm},076$.

t.	C.
+14,7	1950
—38	1955
—70	1953

» Pression rapportée à 17° : $5^{cm},039$.

t	C.
+12,5	2376
—62	2387

» *Hydrogène.* — Pression rapportée à 17° : $9^{cm},667$.

t.	C.
+16,7	2167
—20	2173
—38	2163
—51	2194
—84 (1)	2195
—95 (1)	2192

» Pour l'acide carbonique, les expériences isolées sont un peu moins concordantes, mais les mesures relatives à des températures différentes ne s'écartent pas plus entre elles que celles qui sont réalisées à une température invariable.

» Rapprochant ces mesures de celles que j'ai publiées antérieurement (2), on est en droit d'affirmer que la cohésion diélectrique d'un gaz à volume constant ne varie pas de $\frac{1}{100}$ de sa valeur entre —100° et + 200°, c'est-à-dire dans des limites où la pression varie dans le rapport 2,7.

» On peut rapprocher l'invariabilité de la cohésion diélectrique avec la température de celle de l'indice de réfraction à volume constant, vérifiée par l'expérience dans des limites encore plus larges (évaluation des températures par le déplacement des franges d'interférence). Si l'on joint à ces deux éléments la constante diélectrique, liée à l'indice par la relation bien connue, mais relativement à laquelle on ne possède aucune mesure à haute ou à basse température, on aura épuisé, je crois, la liste des propriétés physiques des gaz indépendantes de la température, à volume constant.

» Dans la théorie des ions, on admet que la décharge disruptive se produit, quand les ions positifs acquièrent dans le champ une vitesse suffisante pour ioniser les molécules neutres. A volume constant, le chemin moyen des ions et la vitesse acquise, dans un trajet égal à ce chemin moyen, sous l'action d'un champ constant, sont invariables. Mes expériences indiqueraient donc que la force vive minimum que doit posséder un ion, pour qu'il puisse ioniser une molécule neutre, est indépendante de la température. »

---

(1) Températures seulement repérées.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1646.

PHYSIQUE. — *Sur une solution pratique du problème de la photométrie hétérochrome.* Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Malgré de nombreux et importants travaux, le problème de la photométrie hétérochrome ne semble pas résolu d'une manière vraiment pratique. Dans la comparaison de deux sources de lumière de teintes très différentes, comme un arc électrique et un étalon à flammes, il subsiste une grande part d'incertitude et d'arbitraire. Les difficultés ne peuvent que s'accroître par suite de l'introduction, dans la pratique de l'éclairage, de sources de lumière de plus en plus diverses.

» La méthode que je propose consiste à utiliser, pour chaque mesure photométrique, un *étalon secondaire* (on verra plus loin par quel moyen très simple je l'obtiens) de même teinte que la lumière à mesurer. La comparaison devient facile, et les mesures de lumières analogues deviennent parfaitement comparables entre elles. De plus, ces divers étalons secondaires peuvent être comparés avec l'étalon fondamental unique, une fois pour toutes, avec tous les soins possibles, et par des méthodes variées; on peut adopter pour chacun d'eux une valeur fixe, moyenne d'un grand nombre d'observations; en un mot, résoudre une fois pour toutes les difficultés que présentent les comparaisons hétérochromes, au lieu de les laisser subsister dans presque toutes les mesures industrielles.

» Pour réaliser ce programme, il faut évidemment posséder un étalon secondaire de teinte identique à chacune des sources usuelles. En définitive, la variété des teintes étant illimitée, il faut disposer d'une infinité d'étalons secondaires. Il n'est cependant pas nécessaire de réaliser toutes les combinaisons possibles de radiations simples en diverses proportions : deux lumières peuvent avoir des compositions spectrales très différentes, et produire sur l'œil des sensations colorées identiques, par suite se prêter à des comparaisons photométriques précises. Il suffit de réaliser les étalons secondaires de constitutions telles qu'ils donnent les mêmes sensations de couleur que les diverses sources usuelles.

» L'expérience m'a montré qu'on peut arriver à ce résultat en interposant devant un étalon à flamme (tel qu'une lampe Carcel) des milieux absorbants convenables.

» J'ai choisi deux liquides absorbants, de compositions bien définies, et faciles à reproduire :

A.	Sulfate de cuivre cristallisé..................	1^g
	Ammoniaque à 22°.........	100^{cm^3}
	Eau. Quantité suffisante pour faire..........	1^l
B.	Iode...............................	1^g
	Iodure de potassium.......................	3^g
	Eau. Quantité suffisante pour faire..........	1^l

» Le liquide A affaiblit la partie rouge du spectre, B la partie bleue. En faisant passer la lumière d'une lampe donnée à travers des épaisseurs x et y de ces liquides, on peut obtenir une infinité de teintes. L'expérience montre que, parmi elles, se trouvent toutes les teintes des lumières utilisées (y compris la lumière solaire et celle de l'arc au mercure dans le vide) et probablement de toutes les lumières utilisables pour l'éclairage. Il revient d'ailleurs au même de laisser l'épaisseur constante et de faire varier la dilution, pourvu que, dans le liquide A, la proportion d'ammoniaque ne s'écarte pas trop de $\frac{1}{10}$.

» En même temps que la teinte, cette interposition de milieux absorbants modifie l'intensité. On a déterminé, une fois pour toutes, l'affaiblissement produit par cette absorption, et ce rapport, fonction de x et y, peut être donné dans une Table numérique ou par une formule empirique, que j'indiquerai dans un Mémoire plus étendu. Pour la confection de cette Table, les comparaisons hétérochromes reparaissent inévitablement, mais elles sont faites une fois pour toutes. Mes expériences ont été faites sur la lampe Carcel, mais je me suis assuré que les nombres sont applicables à tout autre étalon à flamme de teinte peu différente (lampe Hefner, lampe à essence), et cela par des expériences précises qui ne comportent que des comparaisons de lumières peu différentes.

» Cela posé, pour faire une comparaison photométrique, on opérera de la manière suivante : Soit à comparer une source L avec un étalon E. On prendra une lumière de comparaison H, qui sera une lampe Carcel, ou toute autre lumière de teinte analogue, qui n'a pas besoin d'être connue en valeur absolue, mais devra rester invariable pendant la mesure. Elle est placée d'un côté du photomètre, avec ses cuves absorbantes. De l'autre côté, plaçons la source L à mesurer, mettons dans les cuves des liquides tels que les teintes soient égalisées, puis établissons l'égalité d'éclairement. Répétons les mêmes opérations en remplaçant la source à mesurer par l'étalon, les mêmes cuves (ou des cuves identiques) étant remplies de nouveaux liquides (de l'eau pure si E est un étalon à flamme). Un calcul très simple donne le rapport cherché.

» L'emploi de ma méthode ne complique pas notablement les comparai-

sons photométriques: la méthode de *double pesée* que j'emploie est toujours recommandable, puisqu'elle élimine toute erreur provenant des défauts de symétrie du photomètre; l'expérience sur l'étalon peut, dans une série de mesures, n'être faite que de temps en temps pour s'assurer de l'invariabilité de la source de comparaison. Quant à la confection des liquides, elle est des plus faciles, et peut être faite une fois pour toutes pour les diverses sources usuelles. Enfin, la substitution de cuves pleines d'eau à des cuves absorbantes se fait instantanément au moyen d'un système de glissières convenables.

» J'espère donc que l'emploi de cette méthode permettrait, sans complication notable, d'apporter plus de précision dans une question souvent controversée. Les très grandes difficultés de la photométrie hétérochrome seraient ainsi éliminées de la pratique courante, et reportées sur des mesures, faites une fois pour toutes, et pour lesquelles il serait possible de comparer et discuter les résultats trouvés par différents observateurs au moyen de diverses méthodes. »

PHYSIQUE. — *Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques.* Note de M. **Th. Tommasina.**

« M. Henri Becquerel, dans la conclusion de sa Note du 27 octobre : *Sur la phosphorescence scintillante que présentent certaines substances sous l'action des rayons du radium,* disait : *Ces faits établissent sinon une démonstration, du moins une grande présomption en faveur de l'hypothèse qui attribuerait la scintillation à des clivages provoqués irrégulièrement sur l'écran cristallin par l'action plus ou moins prolongée des rayons* α (¹). Comme les résultats de mes expériences confirment cette hypothèse, j'ai l'honneur de signaler à l'Académie quelques faits nouveaux qui semblent élucider davantage ce qui doit se passer dans ce curieux et très intéressant phénomène.

» M. Rutherford, de passage à Genève au mois de juin dernier, eut l'amabilité de préparer sous mes yeux le *spinthariscope* de sir William Crookes et de me donner ensuite les deux petits écrans au sulfure de zinc phosphorescent. M. Rutherford appelait ce phénomène la *scintillation du zinc;* avant son départ, je lui ai annoncé que j'avais obtenu la même scin-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 634.

tillation, bien que moins brillante, sur un écran au platinocyanure de baryum, et que l'on pouvait revivifier par les décharges électriques la scintillation des écrans qui avaient été placés entre deux lames minces en verre.

» Après quelques jours d'observation, les écrans, enveloppés dans le même papier, l'un collé sur verre du côté actif et l'autre nu, mais retourné contre le verre du premier, ont été renfermés dans une armoire obscure. Tout récemment on les a replacés sous le microscope et l'on a constaté que :

» 1. L'éclat de la phosphorescence était presque identique sur les deux écrans et semblait n'avoir point diminué;

» 2. L'écran collé contre verre ne présentait plus aucune scintillation et sa phosphorescence semblait distribuée également sur toute la surface;

» 3. L'écran nu présentait plusieurs points noirs et un seul point brillant, mais sans scintillation.

» L'on a entrepris la revivification par les décharges, simplement, au moyen d'un bâton de résine et d'un bâton de verre, frottés, et l'on a reconnu que :

» 1. La revivification avait lieu, soit par les décharges positives, soit par les négatives; des décharges successives alternativement de signe contraire semblaient l'accélérer davantage;

» 2. L'écran nu avait encore les points noirs, mais avait acquis une scintillation beaucoup plus intense que l'autre écran, comparable à celle qu'il possédait au commencement lorsqu'on avait écrasé sur le sulfure phosphorescent de minuscules fragments de chlorure de baryum et de radium.

» Ces faits peuvent être attribués : soit à l'action purement mécanique due aux attractions et répulsions des corps électrisés qu'on présente, lesquelles, en agissant sur les fragments plus mobiles des sulfures, les dérangent et mettent à jour de nouvelles facettes encore intactes; soit à l'électrisation que les cristaux reçoivent et aux petites décharges qui en résultent et produisent le renouvellement partiel et irrégulier des clivages.

» En effet, il a été facile de reconnaître, en fixant leurs positions dans le champ de la loupe, et à la lumière du jour, que les points noirs correspondaient à des cavités ou interruptions plus ou moins profondes de la couche cristalline. En outre, des observations successivement alternées à la lumière et dans l'obscurité ont permis d'établir que la mise au point exacte pour voir toute la scintillation se trouve être celle qui permet la vision nette des arêtes plus proéminentes des cristaux de la couche supé-

rieure. Cette dernière constatation et la précédente de la nature des points noirs ou obscurs montre que dans l'intérieur de la couche, entre les cristaux, il n'y a point de scintillation; l'action est donc limitée à la surface et semble indiquer l'origine électrostatique du phénomène lumineux, lequel consistait en une production irrégulière de petites décharges là où se produisent les modifications des clivages.

» Cette explication donnerait la raison des intermittences qui caractérisent la scintillation, intermittences trop lentes pour être de l'ordre de grandeur des actions électroniques directes, si l'on compare les dimensions de ce qu'on voit, avec celles, extrêmement petites, que le calcul attribue aux électrons. Il faudra donc admettre que chaque petit cristal ne devient suffisamment électrisé, pour produire une décharge disruptive et modifier sa forme, qu'après avoir reçu un nombre très grand de chocs par les particules constituantes des rayons α. Probablement ces particules rebondissantes après le choc constituent la substance même qui rend lumineuses les petites décharges. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques sur le dernier groupe de taches solaires et les perturbations magnétiques.* Note de M. F. **Quénisset**, présentée par M. Mascart.

« Le dernier groupe de taches solaires qui est passé au méridien central le 31 octobre, de 9^h à 24^h, et qui a déterminé à la surface de la Terre une perturbation magnétique si intense n'était pas, en somme, très considérable.

» Ainsi que le montrent les photographies que nous avons prises à l'observatoire de Nanterre, ce groupe occupait sur le Soleil, le 31 octobre, une étendue égale seulement *au tiers* de celle occupée par les grandes taches du 11 octobre qui n'ont cependant occasionné relativement qu'une faible perturbation [1].

» Peut-être dans le cas de la dernière tache du 31 faut-il tenir compte des immenses facules qui l'entouraient et surtout la suivaient sur plus de 200000^{km} de longueur. Elles étaient si intenses qu'elles ont été photographiées même le jour de leur passage au méridien central. On a rarement observé et photographié des facules aussi étendues.

---

(1) En retard sensible sur le moment du passage au méridien central.

» Les photographies que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie montrent nettement ces immenses facules ainsi que la différence remarquable d'étendue entre les deux groupes de taches en question.

» Il y a donc lieu de supposer que la dernière perturbation magnétique a été occasionnée beaucoup plus par les facules ou l'état particulier d'agitation de la chromosphère que par la tache elle-même. Des photographies spectrales faites par la belle méthode de MM. Hale et Deslandres nous apporteraient probablement, dans ce cas, des indications utiles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la transparence de la mer.* Note de M. **Thoulet.**

« De nombreux observateurs ont étudié la transparence de la mer en diverses localités, en mesurant la distance verticale à laquelle apparaît ou disparaît à la vue un disque blanc immergé. Cette distance est la *transparence,* pour la localité et le moment où la mesure est effectuée.

» Je me suis proposé l'étude synthétique de ce caractère particulier des eaux marines et, dans ce but, j'ai opéré de la manière suivante :

» Une caisse en bois, blanche à l'intérieur, noire à l'extérieur, a sa paroi verticale percée d'une ouverture ronde de 3^{cm} de diamètre bouchée par un mince papier huilé. A 20^{cm} en arrière, on installe une bougie et, successivement, diverses sources lumineuses, bec de gaz papillon plus ou moins ouvert, bec Auer, lumière oxyhydrique dont l'intensité lumineuse est chaque fois évaluée en unités bougie placées à 20^{cm} par le procédé ordinaire de la tache d'huile. De l'autre côté de l'ouverture, on installe une lunette horizontale, composée de deux cylindres métalliques étanches dont chacun, à une extrémité, est terminé par une glace verticale et susceptibles de rentrer à volonté l'un dans l'autre. On remplit la lunette avec de l'eau contenant une quantité connue de kaolin fin, préalablement lévigé et soigneusement débarrassé de toute matière étrangère. Une graduation permet de mesurer exactement, à chaque expérience, la distance entre les deux glaces parallèles c'est-à-dire l'épaisseur de l'eau bourbeuse nécessaire pour faire disparaître à la vue la source lumineuse. Le dosage du kaolin s'effectue très aisément par l'évaporation et la dessiccation à 500° d'un volume connu d'eau bourbeuse.

» On peut donc faire varier à volonté : l'intensité de la source lumineuse, la distance de la lunette à cette source, la proportion d'argile contenue dans le liquide, enfin l'épaisseur d'eau bourbeuse de turbidité connue, nécessaire pour cesser d'apercevoir l'ouverture éclairée.

» Les expériences ont conduit aux conclusions suivantes :

» La courbe qui relie l'épaisseur y, exprimée en dixièmes de milli-

mètre, d'une solution rendue plus ou moins opaque par l'addition d'un poids x variable et exprimé en grammes par litre d'argile fine, avec ce poids d'argile, épaisseur nécessaire pour faire disparaître à la vue un cercle blanc marqué sur un fond noir, est une hyperbole équilatère de la forme $xy = \varepsilon$ d'où l'on tire, par conséquent, $x = \frac{\varepsilon}{y}$.

» La forme d'hyperbole équilatère persiste, quelles que soient l'intensité de la source lumineuse et la proportion de matière argileuse en suspension.

» L'intensité de la source lumineuse possède une influence réelle, mais assez faible, sur la transparence.

» Le diamètre apparent, ou, ce qui revient au même, l'éloignement de la source lumineuse, est sans influence sensible.

» La valeur de ε change avec l'intensité lumineuse, depuis 78 pour 0,75 bougie, jusqu'à 154 pour 119 bougies. La valeur la plus convenable à choisir pour ε, dans les conditions les plus ordinaires où se font ces mesures à la mer, paraît être $\varepsilon = 40$.

» On peut ainsi doser le poids de sédiments en suspension par litre d'eau de mer. C'est ainsi que l'eau de la Méditerranée orientale, dont la transparence moyenne, suivant Luksch, serait de 33^{m}, contiendrait par litre $0^{g},00012$ de matières argileuses, ou leur équivalent en plankton.

» Les mesures se prennent avec une boule de cuivre ayant $0^{m},15$ de diamètre, peinte en blanc, susceptible de se lester plus ou moins, qu'on suspend à une fine cordelette graduée de mètre en mètre, et qu'on laisse descendre verticalement dans la mer. On observe avec une lunette d'eau; on mesure la distance à laquelle apparaît ou disparaît la boule, ce qui donne la transparence, et l'on applique la formule $xy = 40$. »

AÉRONAUTIQUE. — *L'emploi des ballons à ballonnet d'après la théorie du général Meusnier.* Note de M. **Henry de La Vaulx**, présentée par M. Maurice Levy.

« Le général Meusnier posait en l'année 1783, au lendemain de la première ascension d'un aérostat gonflé à l'hydrogène par Charles et Robert, la loi suivante de l'équilibre aérostatique :

» *La zone de navigation normale d'un ballon est sa zone de plénitude.*

» Malheureusement cette zone s'élève progressivement dans le cours d'un voyage aérien, à mesure que le lest se dépense et que le ballon perd du gaz. Nombreux sont les inconvénients qui résultent de cette loi.

» 1° L'aéronaute ne peut utiliser le courant de direction et de vitesse qui lui paraît le plus favorable.

» 2° Si la zone de plénitude du ballon se trouve au-dessus des couches de nuages, l'aéronaute perd la terre de vue et ne connaît plus sa direction ni sa vitesse, situation très dangereuse lorsqu'il n'est pas très éloigné d'une mer ou d'une frontière ennemie.

» 3° Dans les voyages de longue durée par suite de l'élévation toujours croissante de la zone de plénitude, l'aéronaute se trouve à la fin du voyage emporté à des altitudes souvent pénibles où tout l'organisme éprouve les plus grands malaises. C'est ainsi que, dans mon ascension de Paris à Korostychew, gouvernement de Kiew, Russie (1925^{km} en 35 h. 45 min.) je fus amené, pendant la seconde nuit du voyage, à des altitudes voisines de 6000^{m}.

» 4° L'aéronaute arrivé à de hautes altitudes doit garder en réserve, pour régler la descente finale du ballon, une quantité de lest d'autant plus grande qu'il sera monté plus haut; donc, abréviation du voyage.

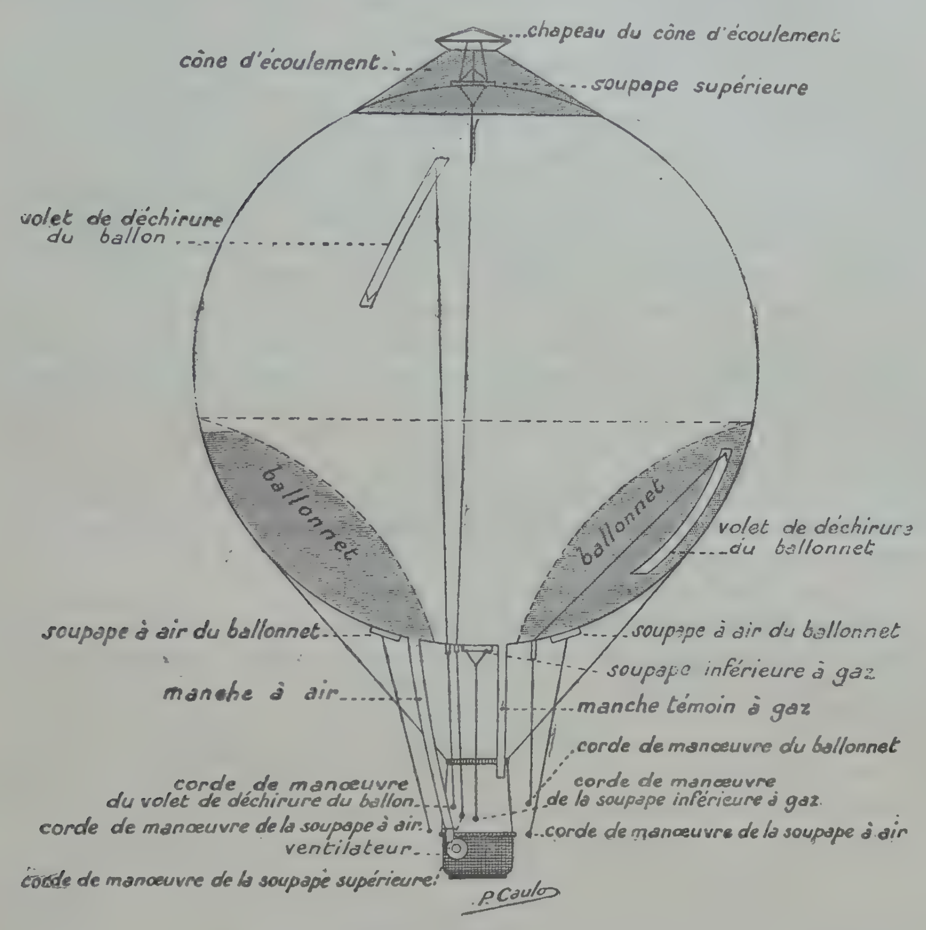
» Le jour même où le lieutenant Meusnier déterminait les lois de l'équilibre d'un ballon et ses conséquences, il en indiquait aussi le remède, c'est-à-dire donnait à l'aéronaute les moyens de choisir à son gré sa zone de navigation.

» Pour cela il lui conseillait *de ménager dans le ballon une capacité particulière destinée à renfermer de l'air atmosphérique*. Autrement dit, il lui conseillait d'adapter, à son ballon, un ballonnet à air. Le rôle du ballonnet revient à diminuer ou à augmenter le volume occupé par le gaz du ballon en introduisant ou en rejetant de ce ballonnet une quantité d'air voulue. L'aéronaute arrive ainsi à déterminer à son gré la zone de plénitude, c'est-à-dire la zone d'équilibre du ballon.

» Jusqu'en 1903 les remarquables idées de Meusnier sur l'équilibre de l'aérostat à volume variable, restèrent sans application, bien que, dans un magistral Mémoire publié dans l'*Aéronautique* en 1884, M. le colonel Renard ait développé, d'une façon très complète, des idées tout à fait analogues à celles de Meusnier. Des ballons captifs et des aéronats furent, il est vrai, munis de ballonnets, mais le seul rôle de ces derniers était de maintenir la permanence de la forme. Je munis aussi le *Méditerranéen* d'un ballonnet, mais comme cet aérostat ne fit jusqu'à présent que des expériences à basse altitude, je ne pus contrôler les observations du général Meusnier.

» Cette année, deux ballons munis de ballonnets furent expérimentés presque en même temps : d'abord le *Saint-Louis*, aérostat de 3000^{m^3} appartenant à M. Jacques Bal-

san, puis le *Djinn,* ballon de 1600$^{m^3}$ appartenant à M. Broët. Le *Saint-Louis* fit à la fin de janvier 1903 un voyage où M. Balsan constata que sa zone de plénitude était considérablement abaissée. Le *Djinn* fit à son tour deux voyages au mois de mars et au mois de juillet où je pus constater les mêmes résultats. Ces deux ballons avaient un ballonnet, mais une manche d'appendice ouverte ; il était donc possible, en introdui-



Le *Djinn,* ballon à ballonnet.

sant de l'air dans le ballonnet, de limiter la zone de plénitude du ballon, mais il était impossible de faire la manœuvre inverse, c'est-à-dire de rejeter l'air du ballonnet et de rehausser la zone de plénitude, c'est-à-dire la zone d'équilibre du ballon. C'est alors que je résolus de supprimer la manche d'appendice et de la remplacer par une soupape s'ouvrant sous une pression déterminée, plus ou moins forte, selon les cas, que les pressions des soupapes du ballonnet à air.

» Le troisième voyage du *Djinn* ainsi équipé fut exécuté le 26 septembre dernier. Le capitaine Voyer et le comte d'Oultremont avaient pris place à mes côtés dans la

nacelle. La forte rosée de la nuit nous força à monter peu de temps après le départ à une altitude de 1200^m. Pendant cette montée, nous pûmes nous rendre compte du parfait fonctionnement de la soupape d'appendice à gaz. Les phares de la côte normande approchaient et nous décidions de tenter la traversée de la Manche; il était préférable, pour cette traversée, de nous maintenir à basse altitude. Profitant d'un mouvement de descente du ballon, nous envoyons de l'air dans le ballonnet et nous nous équilibrons à une hauteur maxima de 300^m. La Manche est traversée; nous passons l'estuaire de la Tamise et le jour se lève. Le ciel est complètement couvert; notre direction est tangente à la mer du Nord. Un ballon sans ballonnet s'emballerait en hauteur sous l'influence de la radiation solaire, traverserait la couche de nuages, exposant les aéronautes à une situation d'autant plus critique que le vent des régions supérieures porte vers le nord, un peu est, c'est-à-dire vers la mer. Grâce au ballonnet que nous remplissons d'air au moyen de notre ventilateur, le *Djinn* s'équilibre entre 300^m et 400^m, puis il monte très doucement, se maintenant toujours au-dessous des nuages et nous permettant ainsi une descente rapide en cas de danger. Nous sommes à 1000^m environ; un immense golfe se présente devant nous, c'est le Wash. Nous lançons un papier vers la terre et nous remarquons que, dans les couches qui se rapprochent du sol, notre papier prend une direction nord-ouest qui lui fait éviter le golfe. Nous nous laissons descendre et, grâce à l'air que nous envoyons à nouveau dans le ballonnet, nous nous rééquilibrons dans ces courants inférieurs et pouvons ainsi à notre tour éviter la mer. Enfin, nous traversons l'estuaire de la rivière Hunber; la côte, vers ce point, fuit fortement vers l'ouest laissant devant nous la mer libre. Il serait téméraire de continuer notre voyage et nous descendons à Carlham Hill, comté d'York.

» Le voyage a duré 16 heures 40 minutes et nous avons encore 216^{kg} de lest à bord. Grâce au ballonnet nous avons donc pu constamment choisir notre altitude et nous équilibrer dans les courants qui nous étaient le plus favorables; en outre nous avons, grâce à ce système, économisé notre lest et malgré un voyage de 16 heures, sans la présence de la mer du Nord, le *Djinn* aurait pu encore fournir une course très longue. Enfin, le 30 octobre dernier, le *Djinn,* gonflé en partie à l'hydrogène et emportant, outre M. de Castillon et moi, près de 1000^{kg} de lest, s'élançait à $5^h 20^m$ du soir dans l'atmosphère. En plus des perfectionnements apportés à la dernière ascension, le *Djinn* était muni, à sa partie supérieure, d'après les données d'Henri Hervé, d'un cône d'écoulement destiné à empêcher l'eau de pluie de s'accumuler sur le haut du ballon et de le surcharger. Comme pour rendre l'expérience plus probante, le départ eut lieu par une pluie torrentielle qui se prolongea pendant les deux premières heures du voyage. Grâce au cône d'écoulement, le ballon se maintenait en bon équilibre, ne perdant pas plus de lest qu'un ballon de même cube par beau temps. Vers 8^h du soir, alors que nous étions équilibrés à 1200^m ou 1300^m de hauteur, la neige se mit à tomber fortement et à surcharger énormément le ballon. Il fallut jeter du lest en grande quantité, car jusqu'ici, aucun cône d'écoulement n'est efficace contre la neige qui s'accumule sur des parois presque verticales. Pendant toute la nuit ces avalanches de neige se continuèrent; et nous dûmes dépenser la quantité phénoménale de 650^{kg} de lest afin de n'être pas rejetés sur le sol; puis cette neige fondit progressivement délestant d'une façon dangereuse un ballon comme le *Djinn* gonflé à

l'hydrogène pur. Un aérostat sans ballonnet aurait été de ce fait aspiré dans des régions voisines de 5000^m; les aéronautes auraient souffert du froid excessif de ces hautes altitudes et auraient sans doute été forcés d'interrompre leur ascension. Grâce au ballonnet que nous remplissions d'air, nous ne dépassions pas l'altitude de 2200^m, et, sans la proximité des glaciers au milieu desquels il aurait été téméraire de se lancer par ce temps de perturbations atmosphériques et de brouillard intense, nous pouvions continuer sans danger notre voyage. Nous atterrissions à 8^h du matin dans le Doubs après 15 heures de voyage et avec 350^{kg} de lest encore disponible.

» Je pense donc que l'utilité du ballonnet est pratiquement démontrée; grâce à lui l'aéronaute se rend maître de la zone de navigation. Il l'abaisse en introduisant de l'air dans le ballonnet ou l'élève en évacuant une portion de cet air; il peut donc choisir à tout moment le courant qui lui convient le mieux. Dans les ascensions de longue durée, il évitera les altitudes trop élevées et le séjour dans l'atmosphère sera moins fatigant et plus agréable. Que l'on joigne au ballon à ballonnet un cône d'écoulement pour la pluie et l'on aura un aérostat susceptible de multiples applications pratiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Conditions de séparation de l'iode sous forme d'iodure cuivreux, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures alcalins.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« La séparation de l'iode par distillation en chauffant le mélange où il a pris naissance par l'action d'un oxydant et d'un acide faible, sans être toujours impraticable, est du moins délicate parce qu'elle est souvent imparfaite à cause de l'oxydabilité de ce corps. L'iode peut, en effet, sous des influences nombreuses, à chaud surtout, se transformer partiellement en acide iodique fixe. Nous l'avons vu lors de l'emploi de l'acide borique avec un excès de bioxyde de manganèse. C'est le cas également dans d'autres méthodes.

» Nous avons donc cherché à éviter cette distillation de l'iode, sans verser toutefois dans l'usage des solvants, $CHCl^3$ ou CS^2, comme mode de séparation. Car, outre les causes d'erreur que ce mode opératoire comporte, les lavages et décantations répétés qu'il exige, aussi bien des eaux mères avec le solvant extracteur, que de ce dernier avec l'eau pure ensuite, le rendent long et fastidieux.

» L'emploi des sels de cuivre qui nous ont servi à séparer le chlore et le brome dans une dissolution de chlorures et de bromures, nous a amenés naturellement à revoir le procédé de dosage de l'iode, en l'isolant tout

d'abord sous forme d'iodure cuivreux insoluble. Nous n'avons pu que confirmer nos devanciers. En traitant un iodure par un sel cuivrique, pris tous deux à l'état dissous, la séparation de l'iode, moitié comme Cu^2I^2, moitié comme iode libre, n'est jamais complète, parce que la réaction est réversible, et l'erreur par défaut est d'autant plus sensible que le volume de la solution est plus fort.

» Ainsi nous avons observé qu'en laissant tomber dans 20^{cm^3} d'eau renfermant du $CuSO^4$, 1^{cm^3} d'une solution de IK à 2^g au litre (soit $0^g,002$ KI), le liquide reste parfaitement limpide. Il est vrai que par l'addition de 2 à 3 gouttes d'une liqueur d'un sel ferreux, qui agit comme réducteur, un trouble se forme en quelques secondes, et il se sépare de l'iodure cuivreux :

$$2KI + 2CuSO^4 + 2FeSO^4 = Cu^2I^2 + K^2SO^4 + Fe^2(SO^4)^3.$$

» Mais ce procédé, applicable à des traces d'iodure en solution diluée, ne peut être généralisé, car Cu^2I^2 est soluble dans les sels ferriques; de sorte que, si l'on devait opérer avec une certaine quantité d'iodure, comme il faudrait une quantité proportionnelle de sel ferreux, partie de cet iodure resterait en solution avec le sel ferrique formé.

» D'ailleurs, lors de l'emploi d'un excès de sel ferreux, en présence de quantités relativement fortes de chlorures et bromures, il peut se former aussi du Cu^2Br^2 et parfois du Cu^2Cl^2 également insolubles.

» C'est encore ce qui peut se produire avec le gaz sulfureux et le chlorure stanneux, préconisés de même comme réducteurs; ainsi 3^{cm^3} d'une dissolution de SO^2 à $\frac{1}{2}$ pour 100 ajoutés à 15^{cm^3} d'eau contenant 3^g de $CuSO^4, 5H^2O$ et $0^g,5$ de KBr déterminent la formation de Cu^2Br^2 en quelques instants. De plus Cu^2I^2 n'est pas insoluble dans l'acide libre que renferme toujours $SnCl^2$, ni dans un excès de SO^2, et si, par addition d'acétate alcalin, on voulait faciliter la précipitation de ce composé peu soluble dans l'acide acétique, on favoriserait aussi la séparation de Cu^2Br^2.

» Le zinc nous a bien permis de précipiter tout l'iode sous forme de sel cuivreux, en ajoutant à la solution d'iodure d'abord du zinc granulé, puis un excès de $CuSO^4$ (ce qui équivaut à ajouter du cuivre en poudre au sulfate de même métal), et en agitant quelques instants. Mais ce moyen ne peut être utilisé comme mode de séparation d'avec les chorures et surtout les bromures, car ces sels, même à la température ordinaire dans les mêmes conditions, donnent aussi du chlorure et du bromure cuivreux.

» *En résumé*, de tous ces procédés, le plus simple, celui qui consiste à précipiter l'iode par simple addition de $CuSO^4$, semble encore le moins mauvais, si l'on doit opérer en présence de chlorures et bromures. Mais

jamais, même en nous basant sur les conditions de réversibilité précédemment indiquées, cela par évaporation dans le vide de la liqueur et de l'iode libre en vue de parfaire la réaction, nous n'avons pu obtenir un résultat exact. *A priori*, il avait semblé d'après le dosage brut de l'iode resté dans le produit sec que le but était atteint; mais l'exactitude n'est que fictive, car, à la reprise par l'eau qui laisse Cu^2I^2 insoluble, on retrouve toujours un peu d'iode dans la solution et sous forme de sel cuivreux un poids inférieur au poids qu'on devrait obtenir; soit en l'exprimant en sel d'argent : $0^g,068$ AgI au lieu de $0^g,069$, et $0^g,2741$ AgI au lieu de $0^g,276$.

» Mais si, au mélange d'iodure cuivreux et d'iode libre contenant un excès de $CuSO^4$, on ajoute successivement un arsénite alcalin, puis un sel ferreux, le dosage de l'iode devient possible, car il est séparé en totalité à l'état de Cu^2I^2. En effet, en présence de l'excès de $CuSO^4$, l'arsénite de cuivre formé agit sur l'iode libre :

$$2\,AsO^3CuH + I^2 + 2\,H^2O + 2\,CuSO^4 = 2\,AsO^4CuH + Cu^2I^2 + 2\,SO^4H^2,$$

pour résumer les phases successives de la réaction. Et, comme l'arsénite ne réagit que sur l'iode libre, c'est alors que par un peu de sulfate ferreux on réduit la petite quantité d'iodure cuivrique restant en solution. A cause de l'action lente du sel ferreux, on doit, avant de filtrer le précipité, abandonner le tout quelques heures, sans qu'il soit nécessaire d'excéder dix à douze heures. Dans le liquide filtré, on peut doser le chlore et le brome par les moyens connus. Par deux méthodes différentes nous avons vérifié qu'il n'y reste qu'une trace d'iode de l'ordre du $\frac{1}{10}$ de milligramme. Il faut toutefois qu'on n'ait pas en présence des quantités notables de bromures et chlorures alcalins, et surtout ammoniacaux dans lesquels Cu^2I^2 est plus ou moins soluble.

» La réaction se fait à froid. Le bromure et le chlorure de cuivre n'éprouvent alors aucune réduction, même après 24 heures. A chaud, avec les bromures surtout, ce serait différent. L'expérience montre qu'un poids d'arsénite de K triple de celui de IK et par suite du mélange salin est suffisant. Quant au sel de peroxyde de fer, insolubilisé en présence des acides de l'arsenic, il n'a aucune action sur la solubilité de Cu^2I^2. Il est bon d'ailleurs de ne pas forcer l'emploi du sel ferreux. Enfin, tous les précipités ont été lavés avec une solution de K^2SO^4 à 2 pour 100 pour empêcher que Cu^2I^2 ne traverse les filtres.

» Pour doser l'iode, le mieux est de dissoudre le précipité dans l'ammoniaque et de le ramener à l'état de sel cuivrique par l'action de l'air ou de H^2O^2 pure avant d'ajouter le nitrate d'argent qu'il réduirait en partie. On termine en acidifiant par AzO^3H, et l'on porte à l'ébullition avant de filtrer.

Valeur en sel de Ag.			$CuSO^4, SH^2O$ employé.	AsO^3K^2H à 20 p. 100.	$FeSO^4, 7H^2O$ employé.	Volume liquide.	Durée de repos.	AgI trouvé.	AgBr trouvé.	AgCl trouvé.
KI.	KBr.	NaCl.								
0,2762 g	»	»	5 g	6 cm³	0,070 g	150 cm³	6 h	0,2759 g	»	»
»	$0^g,632$	»	5	6	0,080	130	24	»	$0^g,6316$	»
0,138	»	$0^g,879$	3	4	0,060	120	6	0,1382	»	$0^g,880$
0,2141	$0^g,2162$	»	6	5	0,075	180	6	0,2136	$0^g,2164$	»

» Pour éviter les pertes d'iode, on peut mélanger d'abord la solution saline avec l'arsénite et y verser ensuite l'excès de $CuSO^4$; l'iode est ainsi transformé directement en Cu^2I^2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des dérivés organomagnésiens sur l'acétol et ses éthers-sels*. Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« Ayant montré précédemment que l'acétol, en solution, pouvait, au moins partiellement, exister sous la forme d'un éther oxyde de formule

$$CH^3C(OH) - CH^2 \text{ (1)},$$
$$\diagdown \quad \diagup$$
$$O$$

j'ai pensé qu'il serait intéressant de rechercher quelle pouvait être, à l'état anhydre, la constitution de cet alcool et de ses éthers, et j'ai cherché à l'établir à l'aide de la réaction des dérivés organomagnésiens.

» Il m'a fallu d'abord vérifier la façon dont les organomagnésiens agissaient sur les éthers-oxydes internes à fonctions multiples.

» J'ai opéré sur l'épichlorhydrine et je suis arrivé à des résultats différents de ceux publiés par Jositch (2) au moment même où je terminais ce travail préliminaire. Cette différence de résultats tient à ce que, dans les expériences de Jositch et dans les miennes, les conditions expérimentales ont été un peu différentes. En faisant réagir le composé RMgI sur l'épichlorhydrine et en terminant la réaction au bain-marie, l'auteur russe obtient un alcool tertiaire monohalogéné

$$CH^2Cl - CHOH - CH^2R, \quad \text{ou} \quad CH^2Cl - \underset{\displaystyle C}{\underset{|}{CH}} - CH^2OH.$$

En opérant à froid et décomposant immédiatement par l'eau le produit de la réaction j'ai obtenu, avec d'excellents rendements, la chloroiodhydrine de la glycérine $CH^2Cl - CHOH - CH^2I$.

» Cette différence apporte une preuve de plus à l'explication que donne Grignard (3) de la réaction anormale constatée par Blaise dans l'action des organomagnésiens sur l'oxyde d'éthylène.

» De ces diverses expériences il faut retenir, qu'ainsi que l'a montré Grignard à propos de l'oxyde d'éthylène, les éthers-oxydes internes, *à*

---

(1) Kling, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 970.

(2) Jositch, *Société chimique russe*, 1902, t. XXIV, p. 96.

(3) Grignard, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 944.

basse température, réagissent sur les organomagnésiens $R_1MgX\left(X = \begin{matrix}Cl\\Br\\I\end{matrix}\right)$, suivant la relation

(1) $$R.CH - CH^2 \text{ (pont O) } \rightarrow R.CHOH - CH^2X;$$

on aboutit en somme à la fixation pure et simple de HX sur l'oxyde. Au contraire, *à température plus élevée* et au bout d'un certain temps, la réaction se fait d'après le type

(2) $$R.CH - CH^2 \text{ (pont O) } \rightleftarrows \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} R.CHOH - CH^2 - R_1 \\ R - CH(R_1) - CH^2OH \end{matrix}.$$

» Avec les cétones on a seulement la réaction

$$R - CO - R \rightarrow \begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}R\\OH\end{matrix};$$

on voit que la réaction suivant le type (1) fait des organomagnésiens, employés à basse température, des réactifs susceptibles de renseigner sur l'existence dans un composé d'une fonction éther-oxyde interne et de la différencier d'une fonction cétonique. C'est cette raison qui m'a engagé à faire réagir ces réactifs sur l'acétol anhydre et sur ses éthers-sels également anhydres en vue de rechercher si ces composés renferment l'un ou l'autre des groupements $- CO -$ ou $= C - C =$ (pont O).

» J'ai opéré comme on le fait à l'ordinaire, m'imposant seulement cette condition supplémentaire d'opérer à basse température (mélange de glace et de sel marin) et de décomposer le produit de la réaction quelques heures seulement après que le mélange des deux réagissants avait été terminé.

» Voici très succinctement les résultats auxquels je suis arrivé :

» ACTION DE C^2H^5MgI SUR L'ACÉTATE. — La couche éthérée séparée de la solution aqueuse a fourni après dessiccation quelques gouttes d'un liquide bouillant à 186°-189°.

» La solution aqueuse a donné par entraînement à la vapeur d'eau une solution d'où, avec le K^2CO^3 et l'alcool, on a extrait un liquide bouillant à 186°-189°, après dessiccation sur K^2CO^3, et identique à celui extrait de l'éther. Il a été identifié avec le glycol $\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!C(OH) - CH^2OH.$

» Rendement pratique de 50 pour 100 environ, mais le rendement réel est certainement supérieur, car des quantités notables du glycol sont retenues dans le résidu de l'entraînement par la vapeur ainsi que dans les eaux d'où le glycol a été extrait par K^2CO^3 et l'alcool.

» *On n'a pas trouvé trace de composé organique iodé. La réaction du type* (1) *ne s'est donc pas produite.*

» Action des organomagnésiens sur les éthers de l'acétol : I. *Acétate d'acétol.* — En faisant réagir 1^{mol} de C^2H^5MgBr sur 1^{mol} d'acétate d'acétol on a obtenu :

» 1° De l'alcool méthyldiéthylcarbinol : $\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}C^2H^5\\OH\end{matrix}$; point d'ébullition 121°-123° ; H = 760.

» 2° Un produit à odeur éthérée passant vers 145°-147° à la pression 10^{mm}, de composition centésimale voisine de celle de la monoacétine de l'amylglycol, mais qui ne peut être purifié par distillation dans le vide, car il se décompose à chaque fractionnement. En le saponifiant à l'ébullition par $H^2O + Na^2CO^3$ on le transforme en glycol amylique $\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}CH^2OH\\OH\end{matrix}$; point d'ébullition 185°-189° ; H = 760.

» En substituant dans cette opération le CH^3MgI au C^2H^5MgBr on a pu extraire du produit de la réaction la monoacétine du glycol butylique $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!\underset{\begin{matrix}|\\OH\end{matrix}}{C}-CH^2OH$ incomplètement déshydratée et bouillant vers 122°-125°.

» Il s'est fait en outre des traces d'alcool isopropylique de provenance difficile à expliquer.

» II. *Benzoate d'acétol.* — Essai ayant pour but de rechercher si une partie de l'alcool $\begin{matrix}CH^3\\R\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}R\\OH\end{matrix}$ obtenu avec l'acétate ne proviendrait pas du radical acétolique.

» J'ai obtenu :

» 1° De l'alcool phényldiéthylcarbinol $\begin{matrix}C^6H^5\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}C^2H^5\\OH\end{matrix}$; point d'ébullition 125°-127°, H = 10^{mm}, provenant du radical de l'acide benzoïque ;

» 2° Du benzoate de magnésie ;

» 3° Du glycol amylique $\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!\underset{\begin{matrix}|\\OH\end{matrix}}{C}-CH^2OH$; point d'ébullition 188°-189° ; H = 760.

Il n'a pas été trouvé d'alcool $\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}C^2H^5\\OH\end{matrix}$.

» *Dans aucun de ces essais sur les éthers de l'acétal on n'a obtenu de composés organiques halogénés. La réaction du type* (1) *ne s'est donc pas produite.*

» *Conclusion.* — Si l'on juge par comparaison avec ce qui se passe dans la réaction des organomagnésiens sur l'épichlorhydrine ou sur l'oxyde d'éthylène, il résulte des faits énoncés ci-dessus que l'acétol anhydre ou ses éthers-sels anhydres se comportent comme des composés *cétoniques* et non comme des composés *éthers-oxydes internes.* »

ZOOLOGIE. — *Évolution des Diplosomidés* (*Ascidies composées*). Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Yves Delage.

« Il m'a été possible d'établir, pour la première fois, l'évolution des Diplosomidés après leur naissance, en étudiant jour par jour les transformations de jeunes colonies provenant de larves que j'avais réussi à faire fixer sur des lames de verre ([1]). On sait que ces Tuniciers possèdent, au sortir de l'œuf, deux individus dont les processus du développement sont connus, surtout depuis les travaux de Salensky ([2]) : l'un, *l'oozoide* O^1, provient de la segmentation de l'œuf; l'autre B^1, est dû à un bourgeonnement très précoce du premier.

» Nos observations se rapportent à l'évolution ultérieure de ces deux ascidiozoïdes O^1 et B^1 durant les trois premières semaines qui suivent l'éclosion.

» I. *Évolution de l'oozoïde* O^1. — 1° Après l'éclosion, O^1 bourgeonne une seconde fois; il engendre, par les procédés généraux qu'ont décrits Ganin ([3]), Della Valle ([4]) et Caullery ([5]), *un nouveau thorax* (branchie, œsophage et rectum) qui soude ultérieurement son œsophage à celui de O^1, tandis que son rectum reste de son côté en communication avec celui de O^1, dont il est un diverticule. Ces parties fonctionnent simultanément à un moment donné, constituant une sorte d'ascidiozoïde *bithoracique*, qui vit aussi de 12 à 24 heures.

» Au bout de ce temps, le *thorax* de O^1 (branchie, œsophage et *rectum*) *entre en régression* et disparaît totalement en 2 ou 3 jours, tandis que son *abdomen* V^1 (estomac, duodénum et cœur) persiste en conservant ses connexions antérieures avec le thorax O^2, et forme avec ce dernier un ascidiozoïde simple O^2.

» 2° Ce nouvel individu O^2 bourgeonne à son tour deux fois de suite tout comme son ascendant O^1 : la première fois il engendre un *nouveau thorax* O^3 et une *nouvelle masse abdominale* V^2. La nouvelle branchie O^3 ne tarde pas à s'ouvrir, alors que celle de O^2 fonctionne encore, et l'on a alors une nouvelle individualité physiologique beaucoup plus complexe que la précédente et comprenant *deux branchies* indépen-

---

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Roscoff, où M. le Professeur Y. Delage avait bien voulu me donner l'hospitalité.

([2]) Salensky, *Entwickel. der Synascidien* (*Mitth. zu Neapel*, 1894 et 1895).

([3]) Ganin, *Neue Thatsachen aus der Entwick. der Ascidien* (*Zeitsch. Wiss. Zool.*, 1870).

([4]) Della Valle, *Bourgeonnement des Didemnidés* (*Archives italiennes de Biologie*, 1882).

([5]) Caullery, *Contributions à l'étude des Ascidies composées* (*Thèse*, 1895).

dantes, *deux œsophages* embranchés l'un sur l'autre, *deux estomacs* communiquant tous les deux avec chacun des deux œsophages, *deux cœurs* dont les contractions sont d'ailleurs rarement synchroniques et enfin *deux rectums* également embranchés l'un sur l'autre.

» Ces ascidiozoïdes *bithoraciques* et *biventriques* vivent environ 24 heures; au bout de ce temps, O^2 et O^3 se séparent complètement, avec cette particularité surprenante que la *nouvelle branchie* O^3 *prend la masse abdominale* V^1 *de son ascendant* O^2, tandis que *le thorax de ce dernier garde pour lui la masse abdominale* V^2 *qu'il avait engendrée quelques jours auparavant.*

» 3° O^2, après s'être ainsi dédoublé et avoir pris un nouvel abdomen, bourgeonne de nouveau, mais n'engendre cette fois qu'un *nouveau thorax* O^4, avec lequel il reste associé pendant 24 heures environ sous la forme d'*un ascidiozoïde bithoracique.*

» Puis son *thorax entre en régression*, tandis que son abdomen V^2 reste en connexion avec le nouveau thorax O^4 et forme avec ce dernier un ascidiozoïde simple O^4, sur lequel il ne tarde pas à apparaître une nouvelle masse thoracique O^6.

» 4° L'ascidiozoïde O^3 issu précédemment de O^2 bourgeonne de son côté deux fois de suite comme ce dernier : la première fois, il se dédouble et change de masse abdominale; la seconde fois, il remplace sa masse thoracique. Au total, pendant les trois premières semaines, *huit nouveaux thorax* et *quatre abdomens* (y compris B^1) sont dérivés de O^1.

» II. *Evolution du premier ascidiozoïde* B^1 *engendré par l'oozoïde* O^1. — B^1 est lui-même la souche d'une autre lignée qui se développe exactement comme celle qui a son point de départ dans O^2.

» Cependant, la loi du bourgeonnement qui découle des faits précédents n'est pas absolument générale : chez deux colonies, j'ai assisté à la formation de quatre branchies successives sans dédoublement des masses viscérales; ce dédoublement doit cependant se produire de temps à autre pour augmenter le nombre des ascidiozoïdes.

» Tel est l'enchaînement de ces trois sortes d'ascidiozoïdes, *simples, bithoraciques, bithoraciques et biventriques,* dont Della Valle avait déjà signalé l'existence dans une famille voisine (Didemnidés) sans en avoir toutefois suivi l'évolution générale. Trois phénomènes remarquables se dégagent des faits que je viens d'exposer : la régression régulière du vieux thorax chez les individus *bithoraciques;* la persistance des abdomens qui se transmettent d'un ascidiozoïde à l'autre; la constitution d'ascidiozoïdes *bithoraciques et biventriques* et leur dédoublement ultérieur en deux ascidiozoïdes simples avec *interversion des masses viscérales.* Il est possible que O^1 change lui-même l'abdomen dans l'œuf quand il bourgeonne B^1; Caullery (¹) a montré qu'il faudrait supposer une *interversion du tube*

(¹) Caullery, *L'interprétation morphologique de la larve double des Diplosomidés* (*Comptes rendus,* 2ᵉ sem. 1895).

digestif de B[1] et de O[1] pour homologuer ce dernier à la larve simple des *Leptoclinum*.

» J'ajoute, enfin, que la constitution d'un nouvel ascidiozoïde n'est jamais résultée de l'*association unique de parties nouvellement bourgeonnées*, contrairement à ce qui a été admis jusqu'à présent : tout ascidiozoïde nouveau s'est formé par l'association d'une *masse thoracique fille* avec la masse abdominale *maternelle*, ou bien par l'association de la masse thoracique *maternelle* avec une *masse viscerale fille* (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur la régénération chez les Amphibiens des membres postérieurs et de la queue, en l'absence du système nerveux*. Note de M. **P. Wintrebert**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le problème de la dépendance de la régénération vis-à-vis du système nerveux n'est pas encore, d'après Driesch (2), en état d'être complètement résolu. Cependant il ressort, avec une suffisante précision, de la plupart des expériences jusqu'ici publiées, que le système nerveux joue dans la régénération un rôle prépondérant. Rubin (3), dans un travail récent, admet que l'interruption nerveuse n'empêche pas le début régulier de la régénération ; mais il pense que, au bout des 8 ou 10 premiers jours, elle en cause le ralentissement et bientôt l'arrêt complet ; il considère, avec Wolff (4), le retour du processus régénératif comme la manifestation du rétablissement des fonctions nerveuses. Dans une Note précédente (5) j'indiquais l'influence négative dn système nerveux dans l'ontogenèse des membres ; j'ai cherché depuis s'il en était ainsi dans la régénération, et je me suis attaché à obtenir des résultats morphologiques non contestables.

» Méthode opératoire. — Par le procédé des sections nerveuses répétées, dont je m'étais servi pour l'étude de la génération, j'avais pu, du 13 au 31 juillet dernier,

---

(1) Communication faite à la séance du 2 novembre 1903.

(2) H. Driesch, *Die organischen Regulatioenn*. Leipzig, 1901.

(3) R. Rubin, *Versuche uber die Beziehung des Nervensystems zur Regeneration bei Amphibien* (*Arch. f. Entwickelungs mech.*, Bd. XVI, 1903, p. 21-76).

(4) G. Wolff, *Die physiologische Grundlage der Lehre von den Degenerationszeichen* (*Virchow's Archiv*, Bd. CLXIX, 1902, p. 308-331).

(5) *Comptes rendus*, 13 juillet 1903.

obtenir, sur un lot de 50 têtards (*Rana temporaria*), deux cas de séparation du cône régénéré en trois digitations; cette méthode présentait l'inconvénient d'affaiblir par une saignée périodique les larves soumises à l'expérimentation; j'opérai dans la suite *en réséquant largement la moelle dorso-lombaire et sacrée.*

» Cette résection permet de soustraire à l'action nerveuse les membres des Amphibiens et la queue des larves d'Anoures, sans blesser un seul vaisseau capable de contribuer à la nutrition de ces organes; il laisse aux animaux la vigueur nécessaire pour s'alimenter, et permet une observation prolongée sans crainte d'incertitude dans les résultats.

» Résultats. — A. Anoures. Alytes obstetricans : 1° *Membres postérieurs.* — Vingt-trois têtards d'Alytes, choisis au stade de la formation du genou, en vue de l'exploration facile des membres, furent opérés les 4 et 6 août 1903; tous présentèrent un cône de régénération; trois seulement manifestèrent une régénération macroscopique indubitable par la division du nouveau moignon en trois digitations, aux dates des 5 septembre, 8 septembre et 17 octobre; ce résultat minime est intéressant si l'on songe qu'il est assez rare d'obtenir une régénération plus étendue sur des têtards normaux de même âge, les Anoures n'étant susceptibles de régénération que pendant la période larvaire.

» 2° *Queue.* — Le procédé opératoire employé m'a fait constater, par la diparition totale de la motilité et de la sensibilité de la queue, que celle-ci ne contient pas ses centres nerveux propres, comme celle des Urodèles, mais qu'ils sont placés plus avant, vers le sixième métamère.

» De ce fait anatomique il résulte que, après la résection médullaire dorso-lombaire, la queue des larves d'Anoures est assimilable à un membre dont les relations nerveuses sont interrompues. Dans ces conditions, la régénération est rapide et régulière; ses divers modes, suivant l'obliquité de l'amputation, sont les mêmes que sans énervation préalable. On l'obtient encore vive et continue quand la section est pratiquée après 43 jours d'inertie fonctionnelle consécutive à l'ablation nerveuse.

» B. Urodèles. Siredon pisciformis : *Membres postérieurs.* — *a.* Le 19 août, quatre larves de 8^{cm} de longueur subirent en même temps la résection médullaire et, d'un seul côté, l'amputation de la cuisse ou du tarse; le 11 septembre elles présentaient une palette de régénération pluridigitée.

» *b.* Le 7 septembre, quatre nouvelles larves de 10^{cm} de longueur, amputées du tarse droit 3 jours auparavant et déjà cicatrisées, subirent l'extirpation de la moelle. Elles furent suivies jusqu'à ce jour, et j'ai l'honneur de les soumettre à l'examen de l'Académie. Elles manifestèrent une régénération continue et régulière. Comparée à celle d'une larve témoin de mêmes dimensions, amputée au même endroit, et placée dans les mêmes conditions rigoureuses de milieu et d'alimentation, elle présenta une évolution analogue : chez les quatre Axolotls amédullisés, où la marche du processus fut uniforme, l'apparition sur la palette des digitations survint plus précoce que sur le témoin; leur séparation s'effectua plus nette et plus rapide; les doigts, plus libres, prirent bientôt un allongement plus considérable, non seulement en apparence, mais à la mensuration directe; par contre, la largeur et l'épaisseur étaient moindres que sur le moignon ferme et compact du témoin; le pied ressemblait à un feuillet, légè-

rement courbé sur les bords, et sans consistance. Dans les deux cas, néanmoins, l'ordre d'apparition des doigts fut le même, et leurs rapports de longueur demeurèrent identiques dans la croissance.

» Le 14 octobre, le pied des quatre opérés, avec ses cinq doigts longs et bien dessinés, montrait une forme presque achevée, tandis que celui du témoin, toujours de longueur moindre, se présentait sous l'aspect d'une large palette échancrée sur les bords.

» Aujourd'hui, ce dernier, de longueur égale, de largeur et d'épaisseur beaucoup plus grandes, continue régulièrement sa progression, tandis que chez les Axalotls privés du fonctionnement du pied le processus régénérateur semble terminé.

» Soustraits à l'influence nerveuse, les membres postérieurs des Urodèles présentent donc une régénération qui rappelle exactement ce que nous avons obtenu dans les mêmes conditions pour la génération; la forme générale est conservée; la longueur des différents segments est parfaitement proportionnée; leur ordre d'apparition, la marche régulière de leur développement sont les mêmes qu'en présence du système nerveux, et, dans ces expériences, la régénération suit la même voie que l'ontogenèse; le pied est simplement petit, maigre, atrophié, tel qu'il serait sur un membre privé de nerfs, en période de croissance, sans que la régénération fût en cause.

» L'expérimentation faite sur la queue des larves d'Anoures confirme ces données. »

ZOOLOGIE. — *Étude des ferments digestifs chez quelques Invertébrés.* Note de M. Victor Henri, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai étudié les ferments amylolytiques et protéolytiques chez *Octopus vulgaris, Sepia officinalis, Spatangus purpureus* et *Salpa africana.* Pour déterminer l'activité de l'amylase je prenais une solution d'amidon soluble à 2 pour 100 que j'additionnais d'un volume déterminé de macération d'organe ou de suc digestif; la température d'action était de 40°. Pour les ferments protéolytiques j'ai employé la méthode de mesure de la conductibilité électrique de la gélatine à 5 pour 100 additionnée du liquide à étudier; cette méthode permet de suivre la marche de la réaction et d'apprécier quantitativement l'activité du ferment. De plus, je faisais agir les liquides également sur la fibrine et l'albumine d'œuf cuit. Voici les résultats obtenus :

» *Octopus vulgaris.* — Les principales expériences ont été faites avec le suc hépatique pur obtenu par une fistule sur l'animal vivant. Le suc hépatique sort du foie par deux canaux qui se réunissent près du cæcum spiralé et ce canal unique débouche dans l'extrémité de ce cæcum.

» Nous avons placé, M. Lalou et moi, de petites canules en verre dans ce canal; à ces canules est adapté un tube de caoutchouc avec une ampoule dans laquelle s'accumule le suc hépatique pur. La plaie est suturée et l'animal laissé librement dans l'aquarium; il peut ainsi supporter l'opération pendant plusieurs heures.

» Le suc ainsi recueilli est rouge brun, transparent, à réaction acide, donnant un précipité par l'alcool et par l'ébullition, donnant la réaction du biuret; il absorbe la partie droite du spectre à partir du jaune vert. Si on le verse au-dessus de l'acide azotique on voit au contact de l'acide une couche vert olive, au-dessus un anneau rose orangé et puis le rouge brun; à mesure que l'acide diffuse la couche vert olive augmente d'épaisseur. Ce suc décompose l'eau oxygénée. L'étude des ferments montre qu'il est très riche en amylase et en ferment protéolytique. Ainsi pour l'action sur l'amidon ce suc est environ cinq fois moins actif que le suc pancréatique de chien. Dans une expérience, par exemple, 15^{cm^3} d'amidon à 2 pour 100 sont additionnés de $0^{cm^3},1$ du suc hépatique; après 3 heures, on trouve $0^{gr},045$ de sucre réducteur calculé en glucose, la saccharification complète donne $0^{gr},26$.

» Le suc hépatique digère l'albumine d'œuf cuit, la fibrine et agit nettement sur la gélatine. Pour cette dernière nous trouvons les variations suivantes de conductibilité électrique.

Après 10 minutes	14
» 30 »	27
» 45 »	28
» 150 »	35

» Il y avait, dans cette expérience, 10^{cm^3} de gélatine additionnés de $0^{cm^3},5$ de suc hépatique. L'expérience, faite dans les mêmes conditions avec le suc pancréatique de chien, donne comme variation de conductibilité électrique :

Après 10 minutes	19
» 21 »	34
» 30 »	42
» 40 »	49

» Le suc hépatique sécrété par le foie de l'*Octopus* est donc actif; je me suis demandé si cette activité protéolytique n'était pas modifiée par la macération de la muqueuse du cæcum spiralé. Le résultat a été négatif. La macération du cæcum spiralé ne contient pas de ferment protéolytique; elle contient un peu d'amylase.

» L'amylase a été également trouvée dans les glandes salivaires inférieures, mais en quantité faible. Le rôle de ces glandes n'est probablement pas surtout digestif; en effet, leur extrait, injecté en quantité très faible à des Langoustes ou à des Crabes, paralyse complètement ces animaux.

» On trouve aussi une faible quantité d'amylase dans le sang de l'*Octopus*; par contre, dans les reins, on en trouve une quantité assez forte.

» *Sepia officinalis.* — Les résultats obtenus pour les ferments sont les mêmes pour la *Sepia* que pour l'*Octopus*. On peut, chez cet animal, séparer le foie du pancréas; chacune de ces deux glandes contient un ferment protéolytique actif; l'addition des macérations de ces deux glandes n'agit pas plus que chacune isolément; la macération du cæcum spiralé ne contient pas de ferment protéolytique; cette macération accélère un peu l'activité protéolytique de la macération de pancréas, il semble donc ici y avoir une légère action kinasique. Relativement à l'amylase, on obtient les mêmes résultats que pour l'*Octopus*.

» *Spatangus purpureus.* — L'intestin du *Spatangus* est absolument bourré de sable et de petits coquillages; au contraire, dans le cæcum qui se trouve attaché à cet intestin, on ne trouve pas un grain de sable; ce cæcum à parois glandulaires contient 4^{cm^3} à 5^{cm^3} d'un liquide jaune brunâtre, très faiblement acide; ce liquide contient une quantité notable d'amylase, il digère l'albumine d'œuf cuit, la fibrine et la gélatine.

» Le liquide périviscéral du *Spatangus* contient un peu d'amylase, mais il n'y a pas de ferment protéolytique.

» *Salpa africana.* — La fonction de la glande pylorique de la Salpe a été discutée par différents auteurs, mais on n'a pas étudié jusqu'ici les ferments digestifs de ces animaux. En faisant des macérations de cette glande pylorique, on obtient un liquide riche en amylase, il ne digère ni l'albumine, ni la fibrine; cette macération agit au contraire faiblement sur la gélatine. Cette glande contient donc bien des ferments digestifs. Les macérations des autres parties du corps de la Salpe donnent des résultats négatifs. »

BOTANIQUE. — *Un nouvel hybride de greffe.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il y a deux ans, dans le jardin de l'institution Saint-Vincent à Rennes, de vieux poiriers greffés sur Coignassier dépérissaient en grand nombre à la suite d'attaques répétées du kermès. Tous manifestaient à des degrés divers le phénomène bien connu des forestiers sous le nom de *couronnement*, c'est-à-dire que les sommités, privées de sève, se desséchaient progressivement. Pour prolonger leur existence menacée et leur redonner de la vigueur, le frère Henri, professeur d'arboriculture de l'établissement, eut recours au procédé classique du *ravalement*. Il rabattit ses poiriers à 2^m environ du sol, après les avoir élagués complètement.

» Je suivis avec intérêt cette expérience pour deux raisons : 1° parce que, en produisant artificiellement une différence marquée entre les capa-

cités fonctionnelles d'absorption et de vaporisation, on devait observer des phénomènes tératologiques, comme je l'ai fait voir depuis longtemps; 2° parce que j'espérais trouver dans les pousses adventives des sujets des variations asexuelles, autrement dit des hybrides de greffe. Mon attente n'a pas été déçue.

» Les greffons ont tous fourni des pousses de remplacement dont la vigueur a été proportionnelle à la différence des capacités fonctionnelles artificiellement produite entre l'appareil absorbant intact et l'appareil vaporisateur très réduit. Ces pousses n'ont pas complètement pris la direction verticale, mais sont pour la plupart devenues retombantes à des degrés divers, montrant ainsi combien la proportion des sèves se rendant à un rameau a d'influence sur son géotropisme. Des bourgeons à fruits percèrent l'écorce épaisse, fleurirent et fructifièrent dans l'année même en donnant des productions monstrueuses dont j'ai étudié la forme et la structure l'année dernière (1). Une de ces poires était située sur une partie complètement dénudée de l'arbre, à 25^{cm} au moins de la première branche feuillée, située au-dessous d'elle. Malgré sa situation dans une région morte en apparence, elle n'en a pas moins achevé son développement.

» Jusqu'ici un seul des sujets a donné des pousses de remplacement : c'est un Coignassier servant de support à un poirier William. Mais ces pousses présentent un intérêt tout particulier. Deux d'entre elles sont situées bien au-dessous du bourrelet et ont conservé tous les caractères de la plante normale. Elles ont une forme légèrement *sinueuse* et un aspect *grêle;* l'épiderme *noirâtre* est *tomenteux* sur la plus grande partie de leur longueur; il présente *peu ou point de lenticelles* suivant les niveaux considérés. Les feuilles sont *entières,* brièvement pétiolées, de forme *ovale légèrement cordiforme,* et leur face inférieure est revêtue de poils abondants qui lui donnent une *teinte* caractéristique.

» Au niveau du bourrelet, sur une sorte de protubérance entièrement recouverte par l'écorce du coignassier sujet, se sont développées trois autres pousses dont l'aspect particulier attire immédiatement l'attention de l'observateur. Au lieu d'avoir l'aspect grêle et sinueux des rameaux de coignassier, elles ont l'aspect plus *massif* et la direction plus *rectiligne* des rameaux de poirier. Leur épiderme est *moins velu, plus clair* et se rapprochant comme teinte du poirier; à la base du rameau on voit des *lenticelles* assez nombreuses. Les feuilles, disposées comme dans les rameaux du greffon, restent brièvement pétiolées et de forme ovale, mais l'aspect cordiforme fait place à la forme un peu lancéolée, *intermédiaire* entre la forme normale du coignassier et du poirier. Toutes sont plus ou moins velues à la face inférieure, mais leur villosité est moindre qu'à l'ordinaire, de sorte que leur teinte est aussi *intermédiaire* entre celle du sujet et celle du greffon. Un autre caractère transmis par le greffon consiste dans la présence de *dents* très marquées dans certains cas, irrégulièrement disposées sur le pourtour de la feuille et dont le nombre et la disposition sont très variables suivant l'organe foliaire

(1) L. Daniel, *La Théorie des capacités fonctionnelles,* Rennes, 1902.

considéré. Ces dents ont une forme quelque peu différente des dents de la feuille du poirier et, dans quelques cas, elles donnent à l'organe un aspect qui offre de l'analogie avec certaines feuilles primordiales des poiriers de semis.

» La description que je viens de faire de ces pousses transformées montre bien qu'elles réalisent une sorte d'*intermédiaire* entre le sujet et le greffon. Elles représentent ainsi une *hybride de greffe*, dans le sens que j'attribue à cette expression, au même titre que les hybrides et métis de greffe que j'ai obtenus dans les plantes herbacées ou ceux qui ont été signalés depuis dans les plantes ligneuses (néflier de Bronvaux, vigne, etc.). Il est à remarquer que cette variation a été obtenue, comme beaucoup d'autres, par la greffe mixte ([1]). Elle justifie en outre ce que j'avançais au Congrès de Lyon ([2]) quand j'attribuais à la suppression constante des pousses sur le sujet l'absence d'observations sur les hybrides de greffe dans les Rosacées, bien que ces plantes aient été greffées de tout temps en grand nombre. Je me propose de multiplier le nouvel hybride afin d'étudier son appareil reproducteur qui ne peut manquer de présenter de l'intérêt aux points de vue théorique et pratique. »

BOTANIQUE. — *Sur les nectaires extrafloraux des* Hevea. Note de MM. **Aug. Daguillon** et **H. Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On connaît les petites glandes (*nectaires extrafloraux* des auteurs) qui s'observent, chez diverses espèces du genre *Hevea*, au sommet du pétiole, sur sa face supérieure, près de la naissance des trois grandes folioles qu'il supporte.

» Si les botanistes descripteurs se sont occupés de la distribution de ces petits organes, pour la faire entrer dans la diagnose des espèces, il ne semble pas que les anatomistes aient eu l'occasion d'étudier leur structure. Bien que celle-ci offre des ressemblances avec celle qui a été relevée dans des organes de même nature chez quelques autres genres d'Euphorbiacées (*Ricinus*, *Crozophora*, *Croton*, *Excœcaria*, etc.), elle se signale cependant par quelques traits intéressants, que nous avons pu étudier sur des matériaux

([1]) L. Daniel, *La greffe mixte* (*Comptes rendus*, 2 novembre 1897).

([2]) L. Daniel, *Les variations spécifiques dans la greffe ou hybridation asexuelle* (*Congrès de Lyon*, 15-17 novembre 1901).

frais, soit directement, soit après fixation dans le liquide de Flemming.

» Chez *Hevea brasiliensis,* les glandes en question ne sont pas en nombre constant : on en observe parfois deux, souvent trois, quelquefois quatre, ou même cinq. Chaque glande est ordinairement plus ou moins saillante au-dessus de la surface lisse du pétiole : elle forme comme une petite verrue, dont le centre est occupé par une dépression plus ou moins régulièrement circulaire, que circonscrit une sorte de bourrelet.

» A. Au niveau de la dépression, l'épiderme est assez profondément modifié. Ses cellules deviennent plus étroites, mais en même temps beaucoup plus hautes; fortement serrées les unes contre les autres, elles prennent l'aspect d'une assise en palissade, dont la limite interne atteint un niveau sensiblement plus profond que celle de l'épiderme normal. Il peut y avoir, au moins par places, dédoublement de l'épiderme ainsi modifié en deux assises superposées. Le protoplasme des cellules est abondant; le noyau, généralement situé vers le milieu de leur hauteur, est assez volumineux pour en occuper presque toute la largeur et prendre une forme allongée. La cuticule, soulevée sans doute par les produits de sécrétion, se détache facilement.

» B. L'assise immédiatement sous-épidermique est constituée dans cette région par des cellules de forme à peu près cubique, plus larges mais beaucoup moins hautes que les cellules épidermiques; elles ont un protoplasme assez dense et un gros noyau central.

» C. Plus profondément encore, on observe de petites cellules ayant à peu près la même structure que celles de l'assise sous-épidermique. Elles diffèrent très sensiblement des cellules ordinaires du parenchyme pétiolaire, qui sont plus grandes, à large vacuole centrale et à protoplasme pariétal, emprisonnant le noyau, peu volumineux, et les chloroleucites. Bien que moins régulièrement ordonnées que les cellules sous-épidermiques, ces petites cellules sont assez serrées les unes contre les autres, sans intercalation de méats, et forment un tissu assez compact qui vient s'épanouir sous la dépression glandulaire.

» D. Au niveau du bourrelet périphérique, à quelque profondeur au-dessous de l'épiderme, on voit les cellules du parenchyme pétiolaire prendre des caractères spéciaux : elles gardent leur forme générale et leurs dimensions; mais leurs membranes, tout en demeurant minces, sont lignifiées et offrent de petites ponctuations simples. Le massif de cellules ainsi différenciées offre à peu près la figure d'un tore; il est plus ou moins développé suivant les échantillons; parfois ses limites sont un peu indécises, les cellules les plus extérieures du massif offrant une lignification assez imparfaite et différant faiblement des cellules voisines.

» E. Les cellules contenant des macles d'oxalate de calcium, dites *cristaux en oursins,* sont répandues dans tous les organes végétatifs de la plante : elles sont particulièrement abondantes dans le voisinage du bourrelet.

» F. Dans la région qui nous occupe, et qui est presque entièrement parenchymateuse, les faisceaux libéro-ligneux du pétiole se dissocient, et les rameaux provenant de cette dissociation suivent un trajet assez contourné : un ramuscule, dont la

partie ligneuse se réduit à quelques vaisseaux spiralés, vient se terminer, au-dessous du centre de la dépression glandulaire, par un petit massif de cellules vasculaires, à membranes fortement lignifiées, avec ornementation rayée ou réticulée; ce petit massif est comme le centre autour duquel rayonne le tissu compact défini plus haut (C).

» G. Les fascicules ligneux provenant, comme il vient d'être dit, de la dissociation des faisceaux pétiolaires, sont accompagnés de cellules allongées à protoplasme dense, à gros noyau, et alignées dans le sens de leur allongement; elles semblent continuer le liber des faisceaux pétiolaires et viennent aboutir, d'autre part, au tissu compact (C).

» H. On sait que la tige et la feuille des *Hevea* renferment des laticifères articulés dont le contenu fournit du caoutchouc. A l'intérieur du pétiole ils sont surtout localisés dans le liber des faisceaux. Dans la région glandulaire, en même temps que se dissocient ces faisceaux, quelques-uns des laticifères se portent, en suivant un trajet capricieux, vers la surface sécrétrice : ils se ramifient à l'intérieur du tissu compact (C), et leurs extrémités viennent se terminer en doigt de gant, soit dans ce tissu, soit même entre les cellules de l'épiderme sécréteur; certaines terminaisons atteignent la face profonde de la cuticule et revêtent dès lors, à l'intérieur de l'épiderme, une forme assez analogue à celle des cellules épidermiques elles-mêmes.

» Dans la structure de ces glandes, les deux points sur lesquels nous désirons attirer plus particulièrement l'attention sont : 1° la présence d'une sorte d'anneau de parenchyme scléreux à l'intérieur du bourrelet qui circonscrit la surface glandulaire; 2° la distribution et la terminaison des laticifères dans le parenchyme immédiatement adjacent à cette surface et jusque entre les cellules de l'épiderme sécréteur. »

BOTANIQUE. — *Recherches cytologiques sur le* Galactinia succosa. Note de M. R. Maire, présentée par M. Guignard.

« Dans le but de rechercher quelle parenté pouvait avoir l'évolution nucléaire des Ascomycètes avec celle des Basidiomycètes, nous avons étudié une Pézize supérieure, le *Galactinia succosa*.

» Cette espèce possède des laticifères : elle était donc doublement intéressante à étudier, les laticifères étant encore peu connus chez les Ascomycètes.

» Les hyphes du carpophore présentent dans chacun de leurs articles un assez grand nombre de noyaux, irrégulièrement dispersés et se *divisant isolément*.

» Certaines hyphes ou portions d'hyphes, à peine différenciées, se gorgent d'un liquide séreux devenant jaune laiteux à l'air.

» Ce liquide se coagule par la chaleur, l'alcool et les fixateurs, ne donne aucune réaction avec l'iode, le soudan III, l'acide osmique, se colore fortement par la safranine après mordançage au $KMnO^4$; il ne contient donc ni corps gras, ni glycogène; sa constitution est encore inconnue.

» Les laticifères contiennent de nombreux noyaux semblables à ceux des hyphes ordinaires, mais entrant en dégénérescence dans les parties les plus gorgées de matières élaborées.

» Ils sont répartis assez également dans l'hypothécium et dans le tissu lâche sous-jacent, où ils présentent souvent des dilatations ampullaires.

» La formation des asques présente une particularité remarquable.

» *La cellule-mère de l'asque est, en effet, dans cette espèce la cellule terminale d'une file de deux ou trois cellules pourvues chacune d'un synkaryon; on ne retrouve pas les crochets décrits chez les autres Ascomycètes.*

» *La formation de l'asque est donc ici semblable à celle d'une baside.*

» Les deux éléments du synkaryon se fusionnent en un gros noyau, qui présente plus tard un stade *synapsis*, semblable à celui que nous avons décrit chez les Basidiomycètes.

» L'asque est pendant tout son développement une véritable cellule sécrétrice; dès la fusion nucléaire apparaissent au contact du noyau des granulations basophiles qui augmentent de nombre et se répartissent dans le cytoplasma au fur et à mesure que le noyau devient acidophile; le nucléole reste toutefois presque toujours basophile. Le noyau de l'asque et le cytoplasma qui l'entoure sont bientôt séparés du sommet de l'asque et de sa base par une abondante substance coagulable, dont la constitution paraît analogue à celle du contenu des laticifères. Il n'y a pas de glycogène; les corps gras abondent en revanche dans tout le cytoplasma qui entoure le ou les noyaux, puis dans les spores. On trouve quelquefois dans le jeune asque et au milieu de l'abondant deutoplasma de l'asque plus âgé des corpuscules métachromatiques de formes très irrégulières, mais leur présence n'est pas constante.

» Les phénomènes de la division du noyau sont assez semblables à ceux décrits par Harper chez d'autres Ascomycètes. Il faut toutefois noter les faits suivants :

» 1° L'origine et la formation des *centrosomes* et du *fuseau* sont entièrement *intranucléaires,* au moins pour la première division.

» 2° La formation des chromosomes est très irrégulière : il y a généralement des *protochromosomes* à la deuxième et à la troisième division comme à la première.

» 3° *Le nombre des chromosomes est de 4.*

» 4° La division des chromosomes se fait comme chez les Hygrophores, *par division longitudinale suivie d'étirement.*

» 5° Les axes des deux premières mitoses sont longitudinaux, celui de la troisième est transversal, ce qui explique la disposition distique des spores.

» 6° Le *kinoplasma joue un rôle prépondérant dans la formation des spores,* comme l'a décrit Harper chez d'autres Ascomycètes.

» Nous ajouterons, pour terminer cette brève notice sur le *Galactinia succosa,* que cette espèce présente une parenté réelle avec les Basidio-

mycètes au point de vue de son évolution nucléaire : la présence d'une lignée de synkaryons avant la formation de l'asque la met au-dessus des autres Ascomycètes : nous trouvons ici la première ébauche de ce tronçon de l'individu, le *synkaryophyte*, qui doit prendre tant de développement chez les Basidiomycètes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'oxydation de la glucose dans le sang.* Note de M. L. **Jolly**, présentée par M. H. Moissan. (Extrait.)

« Nous savons que les farineux alimentaires, pour entrer dans le torrent circulatoire, sont solubilisés par la ptyaline salivaire et l'amylopsine pancréatique, c'est-à-dire transformés en glucose.

» Une grande quantité de cette glucose, après chaque repas, est emmagasinée dans le foie à l'état de glycogène, pour passer ultérieurement, à mesure des besoins, dans la circulation hématique. Une autre partie est emmagasinée dans les tissus musculaires, pour être utilisée également à mesure des besoins...

» Il nous a paru intéressant de rechercher si l'alcool, dont la présence a été signalée dans le tissu musculaire, est, dans le sang, un produit de dédoublement de la glucose, afin de faciliter son oxydation.

» Nous nous sommes procuré 1^{kg} de sang de bœuf très frais. Il a été divisé en deux parties égales. Chaque partie a été intimement mélangée à 1^{kg} de solution saturée de sulfate de soude, additionnée de 5^{g} de glucose; cela afin que les deux mélanges soient identiques.

» L'une a été mise à l'étuve et chauffée à 30° pendant 12 heures.

» L'autre a été soumise immédiatement à une distillation très lente, au bain-marie. Nous avons retiré 50^{cm^3} de liquide. Puis, sans arrêter la distillation, nous avons ajouté 10^{g} d'acide sulfurique dilué et mélangé le tout avec un agitateur. Nous voulions savoir s'il passerait à la distillation un peu d'acide acétique. Nous avons recueilli 5^{cm^3} de liquide; il n'avait aucune réaction acide.

» Le mélange sanguin passé à l'étuve a été distillé de la même manière. Nous avons également recueilli 50^{cm^3} de liquide. Après addition d'acide dilué, nous avons encore recueilli 5^{cm^3} de liquide. Il avait une réaction franchement acide. Une goutte de perchlorure de fer, par la coloration rouge produite dans le liquide saturé, nous a fourni la preuve que c'était bien de l'acide acétique.

» Pour constater la présence de l'alcool dans les liquides des deux distillations et en déterminer approximativement la quantité, nous nous sommes servi, en premier lieu, de la réaction colorimétrique par l'acide chromique, qui permet de déceler la

présence de l'alcool jusqu'à la proportion de $\frac{1}{5000}$. Au moyen d'essais comparatifs avec des solutions alcooliques de plus en plus diluées, nous avons constaté que la solution alcoolique à $\frac{1}{3000}$ donnait une coloration jaune verdâtre, identique à celle du liquide de la première distillation.

» Le produit de la seconde distillation, traité de la même manière, nous a donné une coloration bleue, bien marquée, identique à celle que donne l'alcool au $\frac{1}{500}$. La quantité d'alcool produit après chauffage à l'étuve est donc 6 fois plus élevée.

» Mais comme un certain nombre d'autres composés donnent des colorations avec l'acide chromique, nous avons soumis ces liquides à deux autres réactions de contrôle : l'une a consisté à produire de l'iodoforme; une goutte évaporée nous a révélé au microscope la présence d'iodoforme en masses jaunâtres de formes diverses, contrariées par de nombreux cristaux blancs d'iodure de potassium. Une parcelle d'iodoforme dissoute dans l'alcool et évaporée nous a donné les mêmes formes, mais plus parfaites.

» Enfin, nous nous sommes assuré de l'existence de l'alcool par la formation d'un peu de butyrate d'éthyle qui nous a donné l'odeur de l'ananas.

» Nous pouvons donc conclure : qu'il existe naturellement de l'alcool, en très minime proportion, dans le sang;

» Que les globules du sang ont dédoublé une certaine quantité de glucose en alcool et qu'ils ont transformé une partie de cet alcool en acide acétique par oxydation. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.